ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DU Dr TOULOUSE

BIBLIOTHÈQUE DE PHYSIOLOGIE

DIRECTEUR Dr J.-P. LANGLOIS

La Fonction Sexuelle

PAR LE

Dr H. BUSQUET



O. DOIN ET FILS, ÉDITEURS, PARIS


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

Octave DOIN et Fils, éditeurs, 8, place de l'Odéon, Paris.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

Publiée sous la direction du Dr TOULOUSE

BIBLIOTHÈQUE

DE PHYSIOLOGIE

Directeur : **Dr J.-P. LANGLOIS**

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris
Chef des Travaux physiologiques

De toutes les branches de l'entendement humain, la Physiologie est, sans conteste, celle dont le domaine est le plus étendu; ses frontières sont nécessairement imprécises, car elle doit empiéter à chaque moment sur le terrain des autres sciences.

L'étude de l'activité fonctionnelle d'un organisme exige la connaissance de sa morphologie et de sa texture la plus intime : Anatomie, Histologie, Cytologie se trouvent à la base même d'une étude physiologique quelle qu'elle soit.

Les mutations de matières, le métabolisme, ne se produisent qu'en mettant en jeu des forces qui sont de la dépendance de la Chimie, de la Physique ou de la Mécanique.

La complexité d'une fonction chez un être supérieur exige, pour être mieux analysée, l'étude de la fonction sinon identique au moins analogue chez les êtres moins différenciés, ou encore chez l'être en voie d'évolution : Zoo-

logie, Botanique, Embryologie apportent alors des données indispensables.

Enfin l'étude des perturbations dans les fonctions, c'est-à-dire la Pathologie, permet souvent de mieux saisir le fonctionnement normal.

Si nous rappelons ces faits, ce n'est point pour revendiquer une place prépondérante à la Physiologie, mais pour expliquer les difficultés mêmes que l'on doit rencontrer dans l'organisation d'une section physiologique appartenant à une Encyclopédie scientifique.

Pour répondre en effet à l'idée directrice de cette grande publication, chaque Bibliothèque doit évoluer dans sa sphère, en évitant d'empiéter sur le domaine de ses voisines.

Si, malgré les points de contact importants, il est encore facile de rester dans des rapports de bon mais strict voisinage avec les sciences morphologiques, il n'en est plus de même quand il s'agit de la Chimie ou de la Physique biologique.

Avec les premières, nos rapports sont identiques à ceux existant aux frontières de pays civilisés ; il suffit d'établir quelques points de pénétration, quelques zones neutres très restreintes où se font les échanges ; mais, avec les secondes, nous ne pouvons admettre que des zones élargies, où, comme dans les pays peu policés, le *droit de suite* est admis réciproquement, où les incursions sur le territoire étranger sont souvent et nécessairement longues et prolongées.

Nous avons demandé à nos collaborateurs de s'efforcer de rester dans les limites de la Physiologie pure ; mais on voit combien ces limites restent nécessairement mal définies.

On concevrait difficilement une étude de la Respiration

sans l'exposé des travaux si importants sur la tension de dissociation de l'hémoglobine.

L'étude de l'absorption intestinale, de la sécrétion urinaire exige aujourd'hui plus que jamais l'exposé des recherches cryoscopiques, qui permettent de juger l'intervention des forces osmotiques dans ces phénomènes. Le volume consacré à la fonction hépatique devra renfermer de nombreuses pages sur le Catabolisme des matières albuminoïdes.

Chimiste et Physicien protestent souvent contre l'empiétement des physiologistes dans des régions qu'ils veulent garder jalousement; mais trop souvent ils oublient que, quelle que soit l'importance de la réaction chimique, du processus cinématique, quand il s'agit de la matière vivante, l'élément dominant, essentiel est encore cette grande force inconnue qui s'appelle la vie et que seul le Physiologiste peut, sinon connaître, tout au moins étudier avec des méthodes et surtout avec un esprit particulier.

Une autre difficulté, qui n'est pas spéciale à la Physiologie, réside dans le groupement des mémoires en volumes de format et de grandeur presque uniformes. Or, si l'étude des grandes fonctions fournit amplement matière à un volume, d'autres, moins importantes, quoiqu'il n'en soit pas de réellement secondaires dans l'organisme, peuvent être traitées en quelques pages. La Bibliothèque de Physiologie dans son ensemble devra constituer un tout complet, véritable traité de Physiologie dans lequel chaque partie aura été rédigée par un collaborateur ayant une compétence spéciale sur le sujet. Bien que nous cherchions à introduire dans cette Bibliothèque le plus d'unité possible, l'autorité même des collaborateurs qui ont bien voulu apporter leur concours à cette œuvre, ne permet pas d'exi

ger de chacun d'eux un plan rigoureusement conforme à un programme donné. Mais le lecteur se consolera facilement de la diversité même des plans, en constatant l'originalité des ouvrages.

Les volumes sont publiés dans le format in-18 jésus cartonné; ils forment chacun 400 pages environ, avec ou sans figures dans le texte. Le prix marqué de chacun d'eux, quel que soit le nombre de pages, est fixé à 5 francs. Chaque volume se vendra séparément.

Voir, à la fin du volume, la notice sur l'ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE, pour les conditions générales de publication.

TABLE DES VOLUMES
ET LISTE DES COLLABORATEURS

*Les volumes publiés sont indiqués par un **

1. **Les Fonctions digestives**, par E. Bardier, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Toulouse.
2. **La Fonction hépatique**, par A. Dastre, Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.
3. **Les Fonctions des glandes vasculaires sanguines**, par A. Pettit, Chef de Laboratoire à la Faculté de Médecine de Paris.
4. **Les Fonctions rénales et sudorales.**
5. **La Fonction respiratoire**, par J. Tissot, Assistant au Muséum national d'Histoire naturelle.
6. **Les Fonctions vasculaires.**
7. **La Fonction cardiaque**, par M. Lambert, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Nancy.
8. **La Fonction thermique**, par J. Lefèvre, Professeur au Lycée du Havre.

*9. **La Fonction musculaire**, par J. Joteyko, Assistante à l'Institut Solvay.

*10, *11. **Les Fonctions nerveuses : La Cellule**, par G. Marinesco, Professeur de clinique des Maladies nerveuses à l'Université de Bucarest.

*12, *13, 14, 15. **Les Fonctions nerveuses : Cerveau, Moelle**, par W. Bechterew, Professeur de Psychiatrie à l'Université de Saint-Pétersbourg.

16. **La Fonction cérébelleuse**, par André Thomas, Médecin des Hôpitaux de Paris.

17. **La Fonction sympathique**, par J.-P. Langlois, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

*18. **La Fonction sexuelle**, par H. Busquet, Chef-adjoint du Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

du **Dr TOULOUSE**, Directeur de Laboratoire à l'École des Hautes Études.
Secrétaire général : **H. PIÉRON**, Agrégé de l'Université.

BIBLIOTHÈQUE DE PHYSIOLOGIE

Directeur : **J.-P. LANGLOIS**
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

LA

FONCTION SEXUELLE

LA FONCTION SEXUELLE

PAR LE

Dr H. BUSQUET

CHEF ADJOINT DU LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE
DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Avec 15 figures dans le texte

PARIS
OCTAVE DOIN ET FILS, ÉDITEURS
8, PLACE DE L'ODÉON, 8

1910



PRÉFACE

La littérature scientifique, depuis une vingtaine d'années, s'est considérablement enrichie en faits nouveaux, relatifs aux fonctions des organes sexuels. Mais ces faits sont demeurés épars dans les mémoires originaux et n'ont pas été réunis dans un ensemble détaillé. Le moment paraît donc opportun de les coordonner entre eux et de mettre au point les questions diverses auxquelles ils se rapportent.

En présence de la multiplicité et de la variété des documents biologiques publiés sur les organes génitaux, le physiologiste qui aborde ce sujet est obligé de se limiter à l'étude des faits purement *physiologiques.* Aussi bien le plan général de l'*Encyclopédie scientifique* force-t-il chaque auteur, sous peine de redites, à se cantonner exclusivement dans les questions qui ressortissent à sa spécialité. Pour ces motifs, nous avons dû éliminer de ce livre certains chapitres

qui, à première vue, semblaient pouvoir y prendre place. C'est ainsi que nous ne traiterons pas la fonction sexuelle chez les plantes, le développement embryologique de l'œuf dans l'utérus, les phénomènes de la gestation intéressant plus spécialement l'obstétrique. Un ouvrage sur la fonction sexuelle pourrait également donner lieu à de longs développements histologiques relatifs à la spermatogénèse et à l'ovogénèse : ces questions assurément seront abordées au cours de ce travail, car il est nécessaire, pour la nette compréhension de certains faits physiologiques, de posséder sur elles des connaissances fondamentales. Mais leur étude approfondie est surtout œuvre d'histologiste et trouvera plus rationnellement place dans d'autres volumes de l'*Encyclopédie*.

Notre sujet ainsi limité est encore assez vaste pour remplir le cadre assigné à cette publication. C'est que les fonctions assumées par l'appareil génital sont multiples. Longtemps on a pensé que celui-ci avait pour rôle unique de libérer et de mettre en présence des cellules particulières susceptibles de donner naissance à un être nouveau. Les acquisitions récentes de la physiologie ont montré que ce n'était là qu'un côté de ses fonctions : les glandes sexuelles, en même temps qu'elles président à la conservation de l'espèce, exercent une influence utile à l'organisme de l'individu lui-même (fonctions dites de sécrétion interne).

Ces considérations permettent déjà de pressentir quel sera, dans ses grandes lignes, le plan de notre ou-

vrage. Après une courte introduction destinée à mettre le lecteur au courant de quelques généralités fondamentales, nous aborderons la première partie de ce livre intitulée : « *Les organes génitaux envisagés comme appareil de perpétuation de l'espèce* » ; nous passerons en revue les divers actes afférents à la reproduction, depuis l'élaboration des cellules sexuelles (ovule et spermatozoïde) jusqu'à l'apparition dans le monde extérieur de l'individu procréé. La deuxième partie intitulée : « *Les organes génitaux envisagés comme organes utiles à l'individu* », traitera essentiellement de l'action exercée par les glandes génitales sur le développement morphogénique et sur le fonctionnement des divers appareils du sujet porteur de ces glandes.

Dans les différents chapitres, et plus spécialement dans cette dernière partie presque toute d'acquisition récente, nous aurons souvent à rendre compte de travaux qu'on ne peut pas juger avec un recul suffisant pour en apprécier exactement la valeur. Il nous arrivera donc probablement d'exposer des notions dont l'avenir démontrera la fausseté. Néanmoins, nous croirons avoir fait œuvre utile si nous sommes parvenu à présenter une mise au point exacte des diverses questions et à montrer dans quelles directions peuvent s'orienter les recherches futures.

Ce travail, comme son titre l'indique, se prêterait facilement à des développements suggestifs qui seraient pour lui un élément de succès auprès du public extra-scientifique. Il va de soi que nous les avons

soigneusement écartés toutes les fois que leur exposé n'aurait rien ajouté à la connaissance de la fonction sexuelle elle-même. Mais, d'un autre côté, nous n'avons pas hésité à énoncer avec toute la netteté nécessaire les faits vraiment utiles à la compréhension de la physiologie génitale. Comme l'a dit excellemment E. Gley, « d'une part, les choses doivent être appelées par leur nom, ou alors on ne se comprend plus; et, d'autre part, le médecin ni le philosophe ne doivent apporter de préoccupations morales dans l'étude des phénomènes naturels ».

LA
FONCTION SEXUELLE

INTRODUCTION

Chez les animaux se reproduisant par germes, les organes génitaux sont les uns *mâles* et les autres *femelles*. Certains individus sont pourvus de ces deux sortes d'organes; d'autres individus sont exclusivement mâles ou femelles. C'est particulièrement chez ces derniers que chaque type d'appareil sexuel atteint son plus haut degré de perfectionnement. Aussi les aurons-nous plus particulièrement en vue dans cette description générale des organes génitaux. Nous signalerons, d'ailleurs, au cours des différents chapitres, certaines modifications de détail que présente l'appareil de la reproduction dans la série animale.

I. — Appareil sexuel mâle.

L'appareil sexuel mâle peut se diviser en deux parties essentielles : 1° un organe glandulaire, le *testi-*

cule, chargé de sécréter le sperme testiculaire; 2° *son conduit excréteur* qui prend des noms différents sur les diverses régions de son trajet : *canal déférent, vésicules séminales, canal éjaculateur, urèthre* ou *conduit uro-génital.* Chez beaucoup d'animaux, il se greffe sur ce conduit des formations accessoires : la *prostate* et les *glandes de Méry.* Enfin la partie terminale du canal excréteur s'entoure de tissu érectile et forme l'*organe copulateur,* encore appelé *verge, pénis.*

1. *Testicules.* — Les testicules sont deux organes ovoïdes, situés dans la cavité abdominale chez certains animaux et hors de cette cavité, dans la région périnéale, chez les mammifères supérieurs.

Examinés au point de vue de leur structure, ils présentent à considérer une membrane d'enveloppe fibreuse ou *albuginée testiculaire,* un épaississement de cette membrane appelé *corps de Highmore,* des cloisons fibreuses parties de cette dernière formation et limitant des *lobules* dans lesquels sont inclus les *canalicules séminifères.* Ceux-ci constituent la partie essentielle du testicule : ce sont eux qu'on retrouve toujours à peu près identiques au milieu des variations structurales de détail que présente l'organe dans les différentes espèces. Nous aurons l'occasion d'étudier l'agencement de leurs éléments constitutifs dans e chapitre relatif à la spermatogénèse.

2. *Canal excréteur du testicule.* — La première partie des canaux excréteurs du sperme testiculaire est constituée par les *canaux droits.* Immédiatement ou peu après leur origine, ils pénètrent dans le corps de

Highmore dont le tissu fibreux les limite extérieurement. En effet, leur paroi est réduite à une seule assise de cellules cylindriques qui circonscrit la lumière du canal. Chacun d'eux doit être considéré comme le tube excréteur d'un lobule spermatique.

Les canaux droits ne tardent pas à se réunir dans

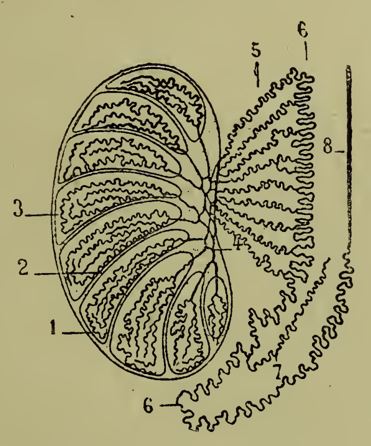


Fig. 1. — *Schéma montrant la canalisation du testicule et de l'épididyme.* (D'après Testut.)

1, albuginée. — 2, cloisons interlobulaires. — 3, un lobule testiculaire avec ses canaux séminifères. — 4, corps de Highmore avec le réseau testiculaire. — 5, vaisseaux efférents. — 6, canal de l'épididyme. — 7, vas aberrans de Haller. — 8, canal déférent.

le corps de Highmore et à former un réseau très touffu, le *réseau de Haller,* creusé dans la masse fibreuse de l'épaississement de l'albuginée. L'épithélium des canaux est constitué par une couche de cellules variant d'aspect suivant les régions (cylindriques, cubiques, pavimenteuses).

Du réseau de Haller se détachent des conduits (10 à 15 chez l'homme) qu'on appelle *vaisseaux efférents.* Leur paroi se compose de deux couches : 1° une couche externe constituée par des éléments fusiformes qui se déposent circulairement et qui sont vraisemblablement de nature musculaire; 2° une couche interne formée par un épithélium cylindrique cilié.

Les vaisseaux efférents se réunissent dans un canal collecteur commun, le *canal épididymaire.* Celui-ci a, chez l'homme, une longueur de 7 mètres environ. Mais il se pelotonne sur lui-même et n'occupe qu'une étendue de 5 centimètres. Les mille flexuosités du canal épididymaire sont unies entre elles par un tissu conjonctif dense. L'ensemble de ces formations prend le nom d'*épididyme.*

Au canal épididymaire fait suite le *canal déférent.* Celui-ci s'étend de l'épididyme aux vésicules séminales. Il est constitué par trois couches : 1° une tunique *celluleuse* ou *adventice* formée d'éléments conjonctifs, de vaisseaux et de nerfs; 2° une tunique *musculeuse* remarquable par son développement, représentant à elle seule les 4/5 de l'épaisseur de la paroi et se composant de trois plans de fibres lisses : un plan superficiel à direction longitudinale, un plan moyen disposé circulairement et un plan profond de fibres longitudinales; 3° une tunique *muqueuse* formée par un épithélium cylindrique.

Chaque canal déférent porte à son extrémité une sorte de réservoir membraneux qu'on peut considérer comme une évagination de la paroi du canal déférent lui-même : c'est la *vésicule séminale.* Celle-ci a une forme grossièrement ovoïde et communique par une

portion rétrécie en forme de col avec le canal déférent. La structure histologique est sensiblement identique à celle du conduit précédent.

A la réunion du canal déférent et de la vésicule séminale, les voies excrétrices du testicule se conti-

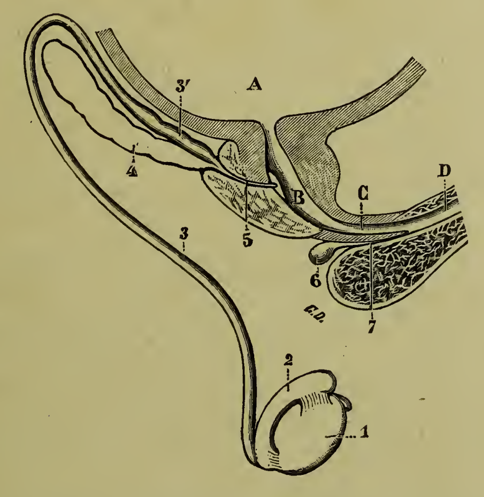


Fig. 2. — *Schéma représentant l'ensemble de l'appareil génital chez le mâle.* (D'après Testut.)

1, testicule. — 2, épididyme. — 3, canal déférent. — 4, vésicules séminales. — 5, canal éjaculateur. — 6, glande de Méry. A, Vessie. — B, C, D, urèthre.

nuent par le *canal éjaculateur*. Cet organe est pair et symétrique. Il mesure à peine 1 centimètre chez l'homme; il est également très court chez la plupart des animaux. Le canal éjaculateur se termine dans l'*urèthre :* de cette manière, les voies excrétrices du

testicule rejoignent les voies d'excrétion du rein. La structure du canal éjaculateur est sensiblement analogue à celle du canal déférent.

L'*urèthre* est un conduit unique et médian qui porte à l'extérieur l'urine et le sperme. Avant l'abouchement des canaux éjaculateurs, il a un rôle exclusivement urinaire. A partir de l'orifice des canaux éjaculateurs jusqu'à son extrémité, il constitue une voie commune pour l'urine et pour le sperme.

Sur le conduit excréteur du testicule se greffent deux formations glandulaires principales : la *prostate* et les *glandes de Méry* (improprement appelées *glandes de Cowper*).

La *prostate* se développe autour de la portion initiale de l'urèthre, appelée, d'ailleurs, portion prostatique. Cette glande est essentiellement formée de deux parties : 1° un stroma ; 2° des éléments glandulaires. Le stroma est constitué par une coque fibreuse qui entoure la glande et par des cloisons qui partent de la coque à la manière de rayons et se condensent vers le centre de l'organe en une masse appelée *noyau central*. Les cloisons et la coque sont extrêmement riches en éléments musculaires. Dans les loges circonscrites par les cloisons se trouve le tissu glandulaire. La prostate appartient au type des glandes en grappe. Le produit de sa sécrétion se déverse dans l'urèthre par une série de fins canaux excréteurs.

En arrière de la base du bulbe uréthral se trouvent deux petites glandes en grappe (grosses comme une noisette chez l'homme), qui furent découvertes par l'anatomiste français Méry et auxquelles Cowper qui les retrouva dix-huit ans plus tard eut la bonne

fortune d'attacher son nom. Les glandes de Méry déversent dans l'urèthre au moyen d'un canal très ténu le liquide de leur sécrétion.

Enfin, chez les animaux supérieurs, la partie terminale de l'urèthre est entourée de formations spéciales, les *corps caverneux et spongieux*, sur la structure desquels nous aurons à insister quand nous discuterons le mécanisme de l'érection. Ces formations constituent la partie essentielle d'un organe cylindroïde appelé *verge, pénis, organe copulateur.*

II. — Appareil sexuel femelle.

L'appareil génital de la femelle, profondément situé dans l'abdomen ou dans l'excavation pelvienne, se compose essentiellement de deux parties : 1° un organe glandulaire, l'*ovaire,* qui produit les cellules génitales femelles ou *ovules;* 2° un long conduit qui s'étend du voisinage de l'ovaire à la surface extérieure du corps et qui prend successivement les noms de *trompe de Fallope, utérus, vagin, vulve.*

1° *Les ovaires.* — Les ovaires sont des organes pairs, symétriques, ayant la forme d'un ellipsoïde aplati et dont le grand axe mesure deux fois environ la longueur du petit axe. Ils se trouvent, chez les mammifères, sur les parties latérales de l'excavation pelvienne. Étudiés au point de vue de leur structure, ils présentent à considérer cinq formations particulières : 1° *un épithélium ovarien;* 2° *un stroma conjonctif;*

3º *les follicules de R. de Graaf;* 4º *les cellules interstitielles;* 5º *les corps jaunes.*

L'épithelium ovarien est constitué par une couche unique de cellules cylindriques. Parmi celles-ci, on trouve des éléments ciliés, rares chez la femme et les femelles des mammifères, mais très nombreux chez certains vertébrés inférieurs (de Sinéty).

Le stroma de l'ovaire est constitué par des faisceaux de tissu conjonctif diversement entrecroisés et formant dans leur ensemble une trame dense et serrée. A la surface extérieure de l'organe, ils se condensent en une membrane fibreuse appelée *albuginée ovarienne.*

Au milieu du stroma, on peut rencontrer trois formations spéciales, les follicules de de Graaf, la glande interstitielle et les corps jaunes dont la description sera donnée ultérieurement.

2º *Les voies génitales femelles.* — *a*) Les deux longs conduits génitaux qui font suite aux glandes femelles présentent à considérer tout d'abord des formations appelées *trompes de Fallope* ou *oviductes.* Ce sont deux canaux, l'un droit et l'autre gauche, qui s'étendent de l'ovaire à l'utérus. Ils ont pour fonction essentielle de recueillir les ovules sécrétés et de les transporter jusqu'à la matrice. La portion des oviductes qui s'applique sur l'ovaire a la forme d'un entonnoir : c'est le *pavillon* ou *morsus diaboli* des anciens anatomistes.

La trompe est constituée de trois tuniques superposées : 1º une tunique externe ou séreuse; 2º une tunique moyenne ou musculeuse; 3º une tunique externe ou muqueuse. La tunique séreuse est une dé-

pendance du péritoine (feuillet viscéral). La tunique musculeuse est composée d'un plan superficiel de fibres longitudinales et d'un plan profond de fibres circulaires. La tunique muqueuse est formée par un chorion ou derme, de nature conjonctive et par un épithélium à cils vibratiles (une couche unique de cellules prismatiques). On verra plus loin le rôle de ces cils dans la progression de l'ovule depuis l'ovaire jusqu'à la cavité utérine.

b) L'*utérus* ou *matrice* est un organe creux, unique et médian, à parois épaisses et contractiles, dans lequel débouchent les deux oviductes. Il est situé dans l'excavation pelvienne, entre le rectum et la vessie. Sa forme générale est celle d'un cône aplati d'arrière en avant, dont la base regarde en haut et dont le sommet s'engage plus ou moins dans l'orifice supérieur du vagin (fig. 3). Chez les primates, l'utérus se compose d'une cavité unique. Chez quelques singes inférieurs, chez les ruminants, les carnassiers, les solipèdes, il est légèrement bicorne, ce qui dénote déjà une certaine tendance à la division; chez le lapin, l'écureuil, les marsupiaux et les monotrèmes, il est franchement double.

Au point de vue de sa conformation extérieure, on peut lui considérer deux parties : une partie supérieure ou *corps* et une partie inférieure, rétrécie, appelée *col.* Celui-ci se subdivise lui-même en deux segments : un segment *supra-vaginal* et un *segment intra-vaginal* ou *museau de tanche.* Le segment intra-vaginal du col porte à sa partie inférieure (ou postérieure) un orifice faisant communiquer la cavité de l'utérus et la cavité du vagin.

La paroi utérine se compose de trois couches qui vont en allant de dehors en dedans : une tunique séreuse, une tunique musculeuse et une tunique muqueuse. La tunique séreuse est une dépendance du feuillet viscéral du péritoine pelvien. La tunique musculeuse est constituée par des fibres, les unes longitu-



Fig. 3. — *Appareil génital de la femme.* (Schéma d'après Testut.)
1, ovaires. — 2, trompes, — 3, utérus. — 4, vagin. — 5, vulve.

dinales, les autres transversales et dont le mode d'agencement, toujours très compliqué, varie d'un animal à l'autre. La muqueuse présente à considérer : 1° un chorion; 2° un épithélium formé par une assise unique de cellules prismatiques ciliées; 3° des glandes en tube. Au niveau du col, on trouve au mi-

lieu des cellules prismatiques ciliées des cellules caliciformes destinées à sécréter du mucus. Les glandes du corps utérin sont tapissées à leur surface interne par des éléments prismatiques, celles du col par des cellules mucipares.

c) Le *vagin* est un conduit impair et médian, musculo-membraneux, qui s'étend de l'utérus à la vulve. Il possède trois tuniques, une externe, une moyenne et une interne. La tunique externe est conjonctive et se confond avec le tissu cellulaire des régions voisines. La tunique moyenne, musculeuse, est constituée par une couche superficielle de fibres lisses longitudinales et une couche interne de fibres circulaires. La tunique interne, muqueuse, comprend un chorion tapissé sur sa face interne par un épithélium pavimenteux stratifié. La muqueuse du vagin est totalement dépourvue de glandes : les sérosités qu'on peut trouver dans le vagin proviennent de la matrice ou sont produites par l'exsudation et la desquamation épithéliale de la muqueuse vaginale.

d) On appelle *vulve* la partie tout à fait externe des organes génitaux de la femelle. La vulve est constituée par : 1° des formations cutanées ou cutanéo-muqueuses ; 2° des organes érectiles ; 3° des muscles ; 4° des glandes.

Parmi les formations vulvaires cutanées ou cutanéo-muqueuses, les plus importantes sont les replis appelés *grandes* et *petites lèvres*, qui circonscrivent l'orifice vulvaire, les grandes lèvres étant situées en dehors des petites lèvres.

Les corps érectiles femelles, placés à l'union du vagin et de la vulve, sont constitués par un organe

médian, le *clitoris*, et deux organes latéraux ou *bulbes* du vagin. Nous aurons ultérieurement l'occasion d'étudier leur structure et leur rôle.

A l'union du vagin et de la vulve, se trouvent les muscles *bulbo-caverneux*, encore appelés *constricteurs du vagin, orbiculares vaginæ, constrictores cunni, compressores bulborum*, qui par l'accolement de leurs extrémités forment un anneau placé à l'entrée du conduit vaginal. Cet anneau musculaire s'insère en arrière sur le raphé ano-vulvaire et en avant sur le bulbe et sur le clitoris. Les muscles constricteurs du vagin sont en contact par leur face interne avec les glandes de Bartholin et les bulbes. Nous verrons plus loin l'utilité de cette disposition anatomique.

Les glandes de Bartholin ou glandes vulvo-vaginales ont la grosseur d'un petit pois ou d'une petite amande. Leur conduit excréteur s'ouvre à la face interne des petites lèvres. Ce sont des glandes en grappe dont les acini sont revêtus d'une rangée de cellules caliciformes.

PREMIÈRE PARTIE

LES ORGANES GÉNITAUX ENVISAGÉS COMME APPAREIL DE PERPÉTUATION DE L'ESPÈCE

Dans les actes accomplis par les animaux en vue de la reproduction, on peut considérer une série d'étapes en connexion étroite les unes avec les autres.

La première consiste en la production par le testicule et par l'ovaire de cellules particulières (spermatozoïdes, ovules) aux dépens desquelles se formera un individu nouveau. L'émission de ces éléments constitue la *spermatogénèse* et l'*ovogénèse* dont l'étude fera l'objet du chapitre I.

La rencontre de l'ovule et du spermatozoïde est une condition indispensable de la génération. Aussi divers actes, particulièrement nets chez les animaux unisexués, sont-ils destinés à assurer le rapprochement des cellules génitales (*rut et menstruation, érection, copulation, éjaculation*) : ils seront examinés dans le chapitre II.

A ces phénomènes préparatoires, succède la *conjugaison* proprement dite de l'ovule et du spermatozoïde, encore appelée *fécondation*. Cette question et une autre qui lui est étroitement liée, la *parthénogénèse expérimentale*, seront étudiées au chapitre III.

L'évolution de l'œuf fécondé s'effectue dans l'utérus maternel et nécessite de la part de celui-ci l'accomplissement de certains actes afférents à la *gestation* et à la *parturition :* ils seront exposés dans le chapitre IV.

Enfin, il existe une sécrétion destinée au développement du nouveau-né et qui est intimement liée à la vie génitale de la femelle : c'est la sécrétion lactée dont l'étude constituera le dernier chapitre de la première partie de cet ouvrage.

CHAPITRE PREMIER

LA SPERMATOGÉNÈSE ET L'OVOGÉNÈSE

La spermatogénèse et l'ovogénèse sont des actes dont l'étude relève surtout de l'histologie. Aussi, dans cet ouvrage de nature essentiellement physiologique, les constatations microscopiques relatives à ces phénomènes ne seront décrites que très succinctement. Au contraire, nous traiterons avec beaucoup plus de détails les faits expérimentaux qui se rattachent à ces questions.

I. — La Spermatogénèse.

1° Structure des éléments de la lignée séminale. — Le *contenu épithélial* des canalicules séminifères comprend deux sortes d'éléments : d'abord les *cellules de Sertoli* (*spermatoblastes* de von Ebner, 1888; *spermatophores* de Tourneux et Hermann,

1888), et ensuite *les cellules* séminales entassées sur plusieurs couches et comblant les espaces compris entre les spermatophores.

Ceux-ci ont la forme de colonnes protoplasmiques régulièrement espacées et disposées en rayonnant autour du canal central (fig. 4). La base du spermatophore est élargie en forme de piédestal et repose sur



Fig. 4. — *Spermatophore du rat avec un spermatocyte appliqué contre sa base et une gerbe de spermatides fixées sur son sommet.* (D'après Tourneux.)

la paroi lamelleuse. Elle renferme un noyau lenticulaire clair, nucléolé, pauvre en chromatine. Au-dessus du segment basilaire, le corps cellulaire se rétrécit subitement et présente des excavations répondant à l'empreinte des cellules séminales entre lesquelles se trouve enchâssé le corps du spermatophore. L'extrémité interne de celui-ci ou *tête* supporte dans certains cas une gerbe de corpuscules ovoïdes qui donneront les spermatozoïdes. Les bases des divers spermato-

phores se continuent directement les unes avec les autres, sans aucune délimitation entre elles : leur ensemble figure un réseau plasmodial supportant une série de colonnes centrales en nombre égal à celui des noyaux.

Les cellules séminales du canalicule sont de trois espèces différentes : les *spermatogonies*, les *spermatocytes* et les *spermatides*.

Les spermatogonies occupent la situation la plus externe. Elles forment une couche de petites cellules sphériques ou légèrement polyédriques, à contour peu accusé, à noyau arrondi, nucléolé et bourré de gros grains de chromatine.

Les spermatocytes constituent en dedans de la couche des spermatogonies trois ou quatre assises de cellules arrondies, beaucoup plus volumineuses que les précédentes et présentant un diamètre croissant de la surface vers la lumière centrale. Leurs noyaux offrent tous les stades de la karyokinèse et portent, accolé à leur surface, un corps juxta-nucléaire pourvu de deux centrosomes.

Les spermatides, groupées sur la tête des spermatophores, sont des cellules de forme arrondie, orientées suivant le rayon des tubes séminifères. Leur noyau sphérique est situé à l'extrémité de la cellule qui regarde la surface extérieure du canalicule séminifère. Le corps juxta-nucléaire s'est placé entre le noyau et la mince couche de protoplasma qui limite cette extrémité ; les deux centrosomes devenus libres se disposent suivant une ligne axiale dans la partie de l'élément tournée vers le centre.

2° Le spermatozoïde. — Découvert par Hamm, élève de Leeuwenhœck, le spermatozoïde (fig. 5) possède une extrémité large et un peu aplatie qu'on nomme *tête* ou *disque* et un appendice filiforme appelé

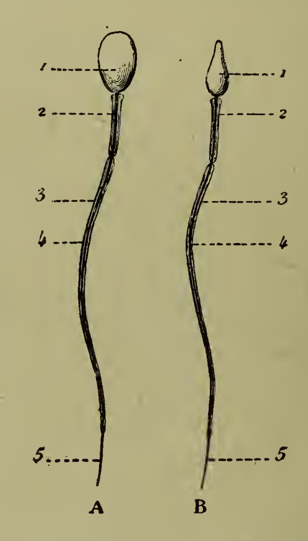


Fig. 5. — *Spermatozoïde de l'homme.* (D'après Tourneux.)

A, de face et B, de profil.

1, tête. — 2, segment intermédiaire. — 3, filament axile. — 4, queue. 5, filament terminal.

queue. La tête correspond au corps cellulaire presque entièrement occupé par le noyau accompagné de la sphère attractive. Le segment intermédiaire et la queue ne sont pas homogènes : on y décèle un *filament central* ou *axile* et une couche protoplasmique qui engaine le filament.

Les spermatozoïdes atteignent une longueur de 50 μ; la tête mesure 5 μ de long, 4 de large, et 1 à 2 μ d'épaisseur. La queue ne dépasse pas 1 μ de diamètre.

Le nombre des spermatozoïdes que renferme le sperme est considérable : on en compte environ 100.000 par millimètre cube de sperme éjaculé.

3° Transformation des spermatides en spermatozoïdes. — Les spermatogonies, en se multipliant, avancent vers la lumière du tube séminifère et donnent naissance aux spermatocytes qui, à leur tour, se transforment en spermatides; c'est aux dépens de la spermatide que se développera le spermatozoïde. La mince couche protoplasmique qui dans la spermatide revêt le noyau diminue encore d'épaisseur et disparaît complètement dans la suite. Le noyau conserve ses dimensions et constitue à lui seul la tête du spermatozoïde. Les centrosomes s'allongent et forment un filament qui sort en dehors de l'élément : c'est le *filament axile.* Celui-ci est engainé d'une mince couche de protoplasma, sauf à sa partie terminale où il est complètement nu. Le filament axile et la couche de protoplasma qui l'entoure constituent la queue du spermatozoïde.

4° Action des rayons X sur la spermatogénèse. — L'action des rayons X sur la spermatogénèse fut découverte par A. Schönberg en 1903 et presque en même temps par Frieben. Schönberg a mis pendant plusieurs mois onze mâles irradiés (cobayes et lapins) dans la même cage que douze femelles (6 femelles

de lapins et 6 femelles de cobaye). Aucune de celles-ci n'a été fécondée, bien que les mâles se soient à de multiples reprises accouplés avec elles et aient éjaculé dans leur vagin. Les animaux ont conservé pendant une durée de cinq mois au minimum l'infécondité provoquée par la röntgénisation. Leurs organes génitaux, au dire de Schönberg, ne présentaient aucune lésion appréciable, mais le sperme était dépourvu de spermatozoïdes.

Bergonié, Tribondeau et Récamier, en 1905, ont vérifié et développé les résultats des auteurs précédents. Ils ont constaté ce fait intéressant que le spermatozoïde lui-même n'était pas atteint dans sa vitalité par les rayons X, même après une irradiation d'une demi-heure. Ils ont prélevé une goutte de sperme et l'ont placée sur une lame porte-objet recouverte d'une lamelle. Le tout, reposant sur un récipient d'eau chaude à 39°, était soumis à la röntgénisation, les mouvements des spermatozoïdes n'étaient pas ralentis après la séance d'irradiation. Aussi bien ces auteurs ont-ils trouvé, à l'examen microscopique des canalicules séminifères chez les animaux exposés aux rayons X, des lésions très nettes permettant de rapporter à des modifications de l'épithélium germinatif l'azoospermie consécutive à röntgénisation.

Regaud et Blanc, en 1906, ont observé des faits confirmatifs de ceux de Bergonié, Tribondeau et Récamier : les spermatogonies sont extrêmement sensibles aux rayons X et présentent des altérations nettement apparentes après l'irradation. Le spermatozoïde, d'ailleurs, pourrait n'être pas lui-même indemne de toute lésion. D'après Regaud et Dubreuil (1908), le

spermatozoïde conserve bien, après la röntgénisation, son apparente vitalité, comme l'avaient parfaitement vu Bergonié, Tribondeau et Récamier, mais il est incapable, chez le lapin, de féconder des ovules ou tout au moins de féconder ces ovules de telle sorte qu'ils se développent normalement.

Les rayons X peuvent être aussi une cause d'azoospermie dans l'espèce humaine. Tilden Brown a rapporté à cet égard des observations intéressantes concernant des médecins s'occupant de radiographie et de radiothérapie. L'aspermatogénèse provoquée de cette façon chez l'homme ne serait pas définitive : au bout de quelques mois après la dernière irradiation, les spermatozoïdes reparaîtraient dans le liquide séminal. D'ailleurs, les médecins radiothérapeutes, avertis actuellement du danger qui les menace, utilisent des protecteurs en caoutchouc bismuthé ou des paravents en plomb, imperméables aux rayons X.

II. — L'Ovogénèse.

R. de Graaf, en 1672, a décrit dans l'ovaire une série de vésicules arrondies ou ovalaires, au centre desquelles se trouvait un ovule. Ces formations ont été appelées *follicules de Graaf* ou *ovisacs*. Le développement de la cellule génitale femelle est intimement lié à celui des vésicules elles-mêmes : aussi ne séparerons-nous pas dans notre étude l'évolution de l'ovule et celle des autres éléments du follicule.

1° Les ovogonies. — Contrairement à ce qui se passe pour la spermatogénèse, les différentes phases de l'ovogénèse s'accomplissent avec une extrême lenteur : la lignée ovulaire s'étend de la période fœtale jusqu'à la ménopause, c'est-à-dire que des éléments apparus au cours du développement embryologique peuvent n'arriver au terme de leur évolution qu'au moment des dernières ovulations. C'est donc chez le fœtus que certaines cellules de l'épithélium ovarien, homologues des cellules souches des spermatozoïdes (spermatogonies), commencent à se différencier et donnent les *ovogonies* (Boveri, 1891). Celles-ci subissent, dès la période embryonnaire, de nombreuses divisions et s'entourent d'une couche de cellules épithéliales; le *follicule primordial* va se constituer.

2° Les follicules primordiaux. — Si l'on examine au microscope l'ovaire d'une fillette de deux ou trois ans, on trouve, immédiatement au-dessus de la fausse albuginée, un nombre considérable de corpuscules qui sont les follicules primordiaux. Ils se composent d'une cellule médiane entourée d'une couche de cellules aplaties. L'élément central mesure 50 à 55 μ de diamètre; il est dépourvu de toute membrane d'enveloppe apparente, son protoplasma est clair et nucléé : cette cellule représente l'ovule futur et s'appelle *ovule primordial, ovocyte, oocyte.* Le nombre des follicules primordiaux est considérable; Sappey l'évalue à 400.000 chez la fillette de deux à trois ans. Cette quantité est moindre à la puberté et diminue encore chez la jeune femme. Cette raréfaction paraît reconnaître pour cause, d'une part, la *ponte ovarique,*

chaque ponte étant marquée par l'éclatement d'un ou plusieurs follicules, et, d'autre part, la régression d'une grande nombre de follicules primordiaux qui disparaissent sans évoluer vers le type adulte.

3º Les follicules en voie de croissance. — Les follicules primordiaux restent à peu près stationnaires jusqu'à la puberté. Alors apparaissent les modifications qui les transforment en vésicules de de Graaf proprement dites. Parmi ces modifications, les unes portent sur les éléments accessoires du follicule, les autres sur l'ovule lui-même.

Dans les follicules qui sont appelés à se développer, on voit d'abord les cellules plates qui entourent l'ovule devenir cubiques et former par leur multiplication plusieurs couches superposées (fig. 6). Ce revêtement pluristratifié de la cellule femelle s'appelle la *membrane* granuleuse. Bientôt certaines cellules de cette membrane deviennent plus volumineuses et plus claires. Nagel considère ces derniers éléments comme des cellules nutritives chargées de pourvoir aux besoins de l'ovule; Sedwig Minot pense, au contraire, que leur apparition est plutôt en rapport avec un nouveau phénomène qui ne va pas tarder à se manifester, *la sécrétion du liquide folliculaire.* En effet, à un moment donné, on constate, au sein de la membrane granuleuse, l'existence d'une fente qui, d'abord étroite, s'élargit graduellement et divise la membrane en deux feuillets : un feuillet interne ou ovulaire qui reste appliqué sur la cellule femelle et un feuillet externe qui tapisse l'enveloppe fibreuse du follicule. Le petit amas de substance granuleuse au

sein duquel se trouve l'ovule a reçu le nom de *cumulus proligère* ou *ovigère.* Quant à la fente qui s'est creusée à la partie moyenne de la granuleuse, elle

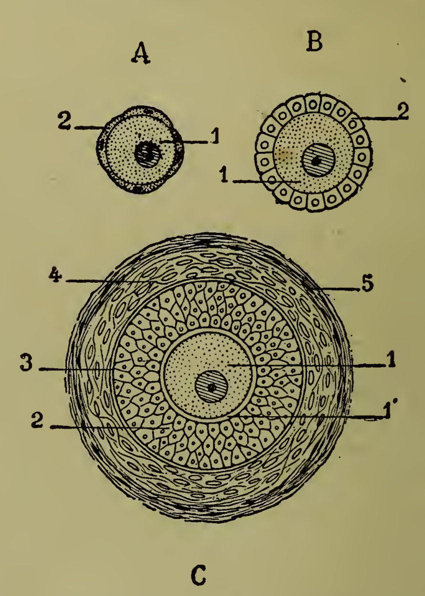


Fig. 6. — *Follicules de de Graaf à divers stades de leur développement :* A, follicule primordial; B, C, follicule en voie de croissance. (Schéma d'après Testut.)

1, ovule, avec 1' (dans la fig. C), sa membrane vitelline. — 2, granuleuse du follicule. — 3, membrane basale. — 4, thèque interne. — 5, thèque externe.

est remplie par un liquide clair, légèrement albumineux : c'est le *liquide folliculaire* ou *liquor folliculi* (fig. 7).

Pendant que ces modifications s'effectuent dans la

membrane granuleuse, l'ovisac tout entier s'entoure d'une enveloppe conjonctive qui est la *thèque folliculaire.* Cette tunique, constituée par une portion différenciée du stroma ovarien, se compose de deux couches concentriques : une externe ou fibreuse (*tunica fibrosa* de Henle) et une interne formée de tissu conjonctif

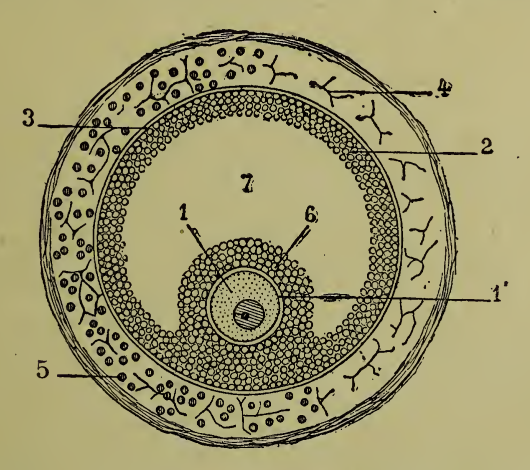


FIG. 7. — *Un follicule de de Graaf à l'état de maturité.* (D'après TESTUT.)

1, ovule, avec 1' sa membrane vitelline. — 2, membrane granuleuse. — 3, membrane basale. — 4, thèque interne. — 5, thèque externe. — 6, cumulus proligère. — 7, liquor folliculi.

lâche. Entre la thèque et la granuleuse, il existe une membrane vitrée, anhiste, appelée *membrana propria.*

En même temps que s'accomplissent ces modifications dans les parties accessoires du follicule, l'ovule s'entoure d'une membrane mince, future *membrane*

vitelline. D'autre part, la cellule dans son ensemble devient plus volumineuse et se parsème de grains de vitellus.

4. Les follicules a maturité. L'ovule. — Dans les follicules à maturité, peu de changements se sont produits depuis le stade précédent relativement à l'aspect des éléments accessoires. Le liquide folliculaire s'est considérablement accru et sa pression excentrique a fortement aminci la granuleuse dans sa partie la plus externe, voisine de l'épithélium ovarien. L'ovisac forme à la surface de l'ovaire une saillie dont le point culminant a été appelé *stigma.* Le pôle externe du follicule, d'après les descriptions classiques, serait la partie de cette formation directement opposée au cumulus proligère. Nous verrons que certains auteurs, pour expliquer la libération de l'ovule, admettent une autre orientation du follicule par rapport à l'épithélium ovarien.

L'ovule, depuis le stade de croissance de l'ovisac, s'est fortement modifié. Il présente à considérer dans sa période de maturité quatre formations spéciales : la membrane d'enveloppe, le corps cellulaire, le noyau et le micropyle.

La *membrane d'enveloppe* de l'ovule se présente sous l'aspect d'une couche transparente séparant la cellule mâle des autres éléments du follicule : d'où le nom de *zone pellucide* ou *transparente* qui lui a été donné (fig. 8); son épaisseur sur l'ovule de la femme varie de 15 à 25 μ. Elle est formée d'une substance hyaline, élastique, réfractaire aux réactifs colorants et parcourue par de fines stries rayonnantes

qui lui ont également valu le nom de *zone radiée.*

Le *corps cellulaire* de l'ovule est constitué par une masse visqueuse englobant un certain nombre de granulations diverses, les unes nettement graisseuses, les autres offrant tous les caractères des substances albuminoïdes et se colorant comme elles en rose par le picro-carmin : l'ensemble de ces formations (protoplasma et granulations) constitue le *vitellus.*

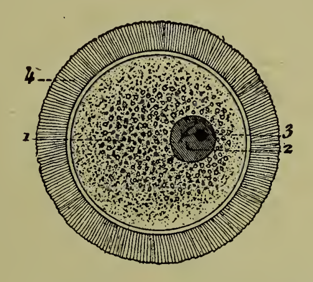


FIG. 8. — *Ovule de la femme.* (D'après NAGEL.)

1, vitellus. — 2, vésicule germinative. — 3, tache germinative. 4, zone pellucide ou radiée.

Le *noyau* de l'ovule, découvert en 1825 par Purkinje sur les œufs encore contenus dans l'ovaire de la poule et retrouvé en 1834 par Coste dans l'ovule des mammifères, porte le nom de *vésicule germinative* ou vésicule de *Purkinje;* de forme assez régulièrement sphérique, il mesure chez la femme 25 à 30 μ de diamètre. La vésicule germinative possède la structure d'un noyau, c'est-à-dire qu'on y rencontre une paroi nucléaire extrêmement mince, des filaments anastomisés en réseau, une substance fluide occupant les mailles du réseau (suc nucléaire ou karyochylème),

enfin un ou plusieurs nucléoles qu'il faut se garder de confondre avec les corps nucléiniens parfois très abondants, comme dans l'œuf des batraciens. Le nucléole de l'ovule découvert par Wagner en 1835 s'appelle *tache germinative* ou tache de *Wagner*.

On a longtemps admis que la zone pellucide de l'ovule des mammifères était perforée d'un *canal micropylaire* pourvu d'un orifice externe (*micropyle*), et d'un orifice interne permettant l'arrivée du spermatozoïde dans le vitellus (Pflüger, E. van Beneden). L'existence de ce pertuis chez les vertébrés supérieurs paraît aujourd'hui très problématique; elle est certaine dans les ovules pourvus d'une coque épaisse, comme ceux des poissons osseux.

5° Mécanisme de la mise en liberté de l'ovule. — Le mécanisme de la libération de l'œuf n'est pas identique chez les divers animaux et Coste considère, à cet égard, deux classes d'individus. Dans la première, qui comprend les oiseaux, les reptiles, les poissons et les invertébrés en général, l'œuf n'est pas, comme chez les mammifères qui nous ont servi de type pour notre description histologique, profondément situé au milieu d'enveloppes protectrices. L'ovule remplit toute la cavité de la loge que lui fournit l'ovaire, il la dilate peu à peu en grandissant et bientôt il ne tient plus au stroma de la glande que par un pédicule grêle contenant les troncs des divisions vasculaires disséminées à la surface de l'enveloppe ovulaire. Dans l'hémisphère opposé à celui où adhère le pédicule, l'enveloppe s'amincit et paraît complètement blanche par écrasement des vaisseaux;

c'est en ce point de nutrition défectueuse qu'elle se mortifie et éclate. L'œuf, déjà complètement énucléé hors de l'ovaire, se détache facilement de la glande par son propre poids et tombe dans l'oviducte.

Chez la femme et chez les mammifères, le phénomène de la libération de l'ovule ne s'explique pas aussi clairement. D'après de Baer, Bischoff, Coste, Courty, l'ovule se trouverait au pôle externe du follicule, c'est-à-dire dans la partie la plus voisine de la surface externe de l'ovaire. L'accumulation du liquide folliculaire ferait rompre la vésicule de de Graaf et l'ovule, repoussé à l'extérieur par la pression excentrique du liquide, tomberait à la surface externe de la glande femelle accompagné souvent par des débris du cumulus proligère qui ne tarderaient pas à se mortifier.

Pouchet admet, au contraire, que l'œuf est placé primitivement dans l'endroit le plus profond du follicule ovarique. On comprend que, dans cette situation, la rupture du follicule n'entraîne pas nécessairement la libération de la cellule femelle, restée adhérente au cumulus proligère. De là, la nécessité d'un autre mécanisme de libération de l'ovule. D'après Pouchet, un épanchement sanguin sous-jacent aux cellules de la membrane granuleuse sur lesquelles repose l'ovule soulèverait celles-ci en même temps que l'ovule lui-même, et pousserait vers l'extérieur, comme une sorte de *vis a tergo*, l'ovisac tout entier. Concurremment, le liquide folliculaire se résorberait, ce qui permettrait à l'ovule d'appuyer fortement et immédiatement contre le pôle externe du follicule et de le

crever. A ce moment, l'ovule devenu très superficiel et privé de ses enveloppes se détacherait aisément de la glande.

L'opinion de Pouchet n'a pas été acceptée par la généralité des histologistes : l'épanchement sanguin, tel que l'a décrit cet auteur, n'a pas été retrouvé par les autres observateurs (Coste, Longet).

Actuellement on est d'accord pour admettre que l'ovule peut se trouver soit au niveau du pôle superficiel, soit au niveau du pôle profond de l'ovisac. Dans chacune de ces positions, sa chute peut s'expliquer très facilement : si l'ovule est tout près de l'épithélium ovarien, le mécanisme invoqué par Coste suffit à rendre compte de sa libération; s'il est orienté vers le centre de la glande, il se détachera aisément du cumulus proligère auquel il ne tient plus que par un pédicule mal nourri, grêle et fragile.

6° Le rôle du mâle dans la chute de l'œuf. — En 1837, Coste exprima le premier nettement l'idée qu'à l'époque du rut les ovules tombent spontanément de l'ovaire, sans que l'intervention du mâle soit nécessaire. Son opinion, adoptée par Négrier, Pouchet, Raciborski, Bischoff, est basée sur l'observation des glandes sexuelles de jeunes filles mortes vierges : les autopsies ont prouvé que, chez celles-ci, les ovaires étaient porteurs de corps jaunes, preuve évidente que des follicules de de Graaf s'étaient antérieurement rompus. Ces faits démontreraient, si la virginité des sujets examinés était certaine, l'indépendance de la chute de l'ovule vis-à-vis du contact matériel du mâle.

Mais les observations précédentes, même correctes, n'éliminent pas définitivement toute influence venue du mâle : celui-ci pourrait exciter la femelle à distance, indépendamment de tout coït. Aussi Bischoff a-t-il fait des expériences susceptibles de fournir des résultats plus démonstratifs sur cette question. Cet auteur a isolé dès leur naissance de jeunes lapines et les a conservées *sans jamais leur laisser voir un mâle.* Néanmoins, celles-ci entraient en rut et si, après les chaleurs, on examinait leurs ovaires, on y trouvait des corps jaunes. Donc l'intervention du mâle n'est pas nécessaire pour la déhiscence des follicules de de Graaf.

Mais, de ce que cette influence n'est pas indispensable pour déterminer la rupture de l'ovisac, faut-il en conclure qu'elle est complètement nulle à l'égard de ce phénomène, surtout quand elle s'exerce en temps opportun. Coste a fait sur cette question des expériences variées. Si on présente au mâle des lapines dès les premières heures du rut et qu'on permette le coït, dix à quinze heures après, on trouve l'ovule hors de l'ovaire. Si, dans les mêmes conditions, on présente la femelle au mâle sans permettre le coït, quarante-cinq heures après, on trouve l'ovule encore enfermé dans sa capsule intacte. Bien plus, une lapine en rut est présentée au mâle trois jours de suite, et manifeste chaque fois un vif désir de s'accoupler, mais on empêche la copulation. Le quatrième jour elle cesse d'être en chaleur et le cinquième elle est ouverte ; les ovaires qui ne présentent aucune trace de déchirure portent l'un une vésicule de de Graaf, l'autre sept de ces vésicules, turgescentes, mais intactes. Donc l'ac-

couplement, sans être la cause essentielle de la chute de l'ovule, a du moins le pouvoir de précipiter la réalisation de ce phénomène et souvent même d'empêcher qu'il n'avorte.

Bouin et Ancel ont récemment émis l'opinion que les mammifères peuvent, au point de vue de la chute de l'œuf, se diviser en deux classes : 1° les mammifères à ovulation spontanée (femme, primates, chienne, jument, truie, vache); 2° les mammifères à ovulation non spontanée et provoquée par le rapprochement sexuel (lapine, cobaye, souris, chatte). Envisagée dans toute sa rigueur, cette classification n'est évidemment pas exacte : l'expérience de Bischoff a montré que, chez la lapine par exemple, l'ovulation peut être spontanée; mais si l'expression « animaux à ovulation non spontanée » est remplacée par celle de « animaux à ovulation *difficilement* spontanée », la distinction établie par Bouin et Ancel se trouve pratiquement justifiée.

Relativement à cette influence favorisante de la copulation sur la déhiscence du follicule de de Graaf, on peut se demander si elle doit être attribuée au contact du sperme avec l'ovaire. Des expériences faites par Bischoff, en 1844, répondent à cette question. Sur des lapines, des chiennes et des truies, il a extirpé ou lié la matrice; la copulation, chez des femelles ainsi préparées, était suivie de la formation d'un corps jaune, ce qui, nous le verrons, prouve la rupture préalable d'une vésicule de de Graaf. Des expériences de Bouin et Ancel (1909) ont confirmé les résultats de Bischoff.

7° Action des rayons X sur l'ovogénèse. — De même que la röntgénisation lèse l'épithélium des canalicules séminaux des testicules et provoque l'azoospermie, elle peut aussi produire sur l'ovaire des lésions entraînant la stérilité.

Halberstœdter a irradié pendant deux cents heures, réparties en vingt jours, des ovaires de lapines. Les vésicules de de Graaf et la glande tout entière entraient en voie d'atrophie. Dans l'irradition unilatérale, l'ovaire du côté non exposé aux rayons X était complètement normal. J. Bergonié, Tribondeau et Récamier ont effectué, la même année qu'Halberstœdter et indépendamment de lui, des expériences analogues aux siennes et obtenu les mêmes résultats.

CHAPITRE II

ACTES DESTINÉS A PRODUIRE LE RAPPROCHEMENT DE L'OVULE ET DU SPERMATOZOÏDE

Une fois que l'ovule et le spermatozoïde ont été libérés par l'ovaire et le testicule, il est nécessaire qu'ils se rencontrent. Ce résultat est assuré par : 1° le rut ou la menstruation; 2° l'érection; 3° la copulation; 4° l'éjaculation.

I. — Rut et Menstruation.

A certaines périodes déterminées, l'instinct de la reproduction s'éveille chez les femelles des animaux et devient si impérieux que celles-ci, qui jusqu'alors évitaient les mâles, en recherchent au contraire les approches ou cèdent à leurs poursuites. On dit que la femelle est en *rut* ou *en chaleur*. Chez la femme, il se produit au moment de la *menstruation,* c'est-à-dire

de l'hémorragie périodique apparaissant au niveau des organes génitaux, une série de phénomènes physiologiques rappelant le rut des femelles d'animaux. Aussi a-t-on coutume de considérer la menstruation et le rut comme deux états identiques.

§ 1. — Le rut chez les femelles d'animaux.

1° *Caractère objectif.* — Le rut se traduit objectivement par une congestion intense des organes génitaux externes et des corps érectiles. Chez la poule, la crête se colore vivement en rouge; chez la lapine et la chienne, on constate une tuméfaction très marquée de la vulve. Chez des animaux morts brusquement ou sacrifiés à l'époque du rut, l'utérus, la trompe et les ovaires sont fortement congestionnés (Retterer, Heape, Königstein).

Beaucoup de femelles ont, en plus de la congestion, des écoulements vulvaires particuliers. Celui de la chienne est d'habitude muqueux et d'une odeur forte qui attire les mâles. Certaines femelles en rut ont des écoulements sanguins. Aristote avait constaté pareil phénomène chez la vache. Stahl, Verduc, Helwig, Santorini, Duverney, Bohn ont signalé la possibilité d'un flux hémorragique pendant le rut chez la femelle du singe, la chienne, la biche, la jument, la baleine et même chez les femelles de certains poissons à époque du frai. F. Cuvier a observé un écoulement sanguin de même origine que les précédents chez les genettes, Geoffroy Saint-Hilaire chez les roussettes, Pouchet chez la truie, la chatte et la femelle du co-

baye. Mais c'est surtout chez certaines femelles de singe que l'écoulement est intense et paraît se rapprocher de la menstruation féminine. Hille, en 1842, a rapporté en détail l'histoire d'une anthropoïde qui était sujette, à chaque renouvellement de lune, à un flux sanguin abondant dont la durée était de trois jours environ pendant lesquels l'animal donnait tous les signes d'une excessive lubricité.

En dehors de l'écoulement muqueux ou sanguin, chaque femelle présente au moment du rut un habitus et des allures particuliers. Saint-Cyr résume ainsi la manière dont se comportent quelques animaux domestiques à l'époque des chaleurs.

« La *jument* se campe, de temps en temps émet quelques jets d'urine. La vulve se contracte et laisse voir le clitoris rouge et turgescent. Exsudation vulvaire. Hennissement particulier. Le caractère se modifie, elle devient chatouilleuse, malaisée à conduire, têtue.

« La *vache* se tourmente, perd l'appétit, beugle, gratte la terre, cherche à chevaucher les animaux de son sexe; écoulement séro-sanguinolent par la vulve.

« La *brebis* a des chaleurs peu marquées, elle fait entendre un bêlement particulier, vient se placer à côté du mâle, mange près de lui, le flaire et se laisse couvrir sans résissante.

« La *truie* grogne, s'agite beaucoup; les commissures des lèvres laissent écouler de la bave en abondance, la vulve est très gonflée et rouge.

« La *chienne* va, court, gambade et se livre à une foule d'actes insolites. Par la vulve s'écoule un liquide parfois sanguinolent qui répand une odeur forte.

« La *lapine*, bien qu'elle passe pour être toujours en rut, a cependant des chaleurs bien marquées; elle s'étend de son long devant le mâle, les oreilles rabattues et attendant des étreintes ».

La durée du rut est extrêmement variable suivant les espèces : elle est très brève chez la brebis (douze à vingt-quatre heures), beaucoup plus longue chez la chienne et la chatte (huit à dix jours).

2º *Périodicité du rut.* — Le rut est un phénomène périodique dont le rythme varie suivant les espèces. Selon Kuhlemann, les brebis non fécondées sont en chaleur tous les quinze jours ; les truies tous les quinze à dix-huit jours ; les vaches toutes les trois ou quatre semaines d'après Kahlers ; les juments tous les mois d'après Greve ; les zèbres et les singes tous les trente-six jours d'après Cuvier.

3º *Facteurs qui peuvent troubler le rythme du rut.* — La périodicité du rut n'est pas immuable et peut être troublée par des facteurs divers. Coste, en 1847, a mis en lumière l'influence de la qualité et de l'abondance des aliments et celle des conditions d'abri et de température. Le lapin des champs n'a qu'une ou deux portées par an, tant qu'il vit en liberté ; mais quand il est réduit à l'état domestique, il se reproduit jusqu'à sept fois, pourvu qu'on ait le soin de sevrer ses petits en temps opportun. La femelle du pigeon sauvage ne dépose ses œufs qu'une ou deux fois par an, tant qu'elle est soumise aux conditions de la vie errante ; la période des amours se reproduit chez cet animal sept à huit fois chaque année, lorsqu'il fixe sa demeure dans un colombier.

C'est encore à Coste que revient le mérite d'avoir démontré l'influence accélératrice exercée sur le rythme du rut par la cohabitation du mâle avec la

femelle. Une lapine entre en chaleur seulement tous les deux mois quand elle est isolée; au contraire, la met-on avec le mâle peu après la cessation du rut, cet état ne tarde pas à se manifester de nouveau et elle se laisse couvrir au bout de quelques jours. Des recherches récentes de Dubreuil et Regaud ont apporté de nouveaux faits à l'appui de cette opinion. On sait, d'ailleurs, que, dans les haras et les établissements d'élevage de moutons, il existe des mâles auxquels on fait jouer le rôle d'« *excitateurs* » et qu'on appelle les *boute-en-train*. Cette pratique est pleinement justifiée par les observations de Coste et celles de Dubreuil et Regaud.

Enfin, parmi les influences capables de troubler la rythmicité du rut, il faut signaler l'état de gestation; c'est un fait bien connu que les femelles pleines ne recherchent plus, jusqu'après la parturition, les approches du mâle.

Il resterait à examiner de quelle cause relèvent les chaleurs périodiques chez les femelles d'animaux : cette étude sera abordée dans la deuxième partie de cet ouvrage, relative aux sécrétions internes des glandes sexuelles.

§ 2. — La menstruation chez la femme.

On a donné le nom de *menstrues, règles, mois* à une perte de sang qui sort par la vulve, se produisant tous les vingt-huit jours environ chez toute femme bien constituée, depuis l'âge de la puberté jusqu'à l'approche de la vieillesse.

1° *Description d'une période menstruelle.* — On peut distinguer dans la menstruation deux ordres de phénomènes : *a*) l'écoulement sanguin proprement dit; *b*) les troubles généraux qui l'accompagnent.

a) Dans l'hémorragie cataméniale, il faut considérer trois périodes différentes. Pendant la première, qui mérite le nom de prémonitoire, il sort par la vulve un mucus à odeur spéciale, comparable aux émanations qui naissent des parties génitales des femelles à l'époque du rut (Pouchet). Bientôt le mucus utéro-vaginal, primitivement d'un blanc mat, devient brûnâtre; quelques globules sanguins mêlés à des fragments d'épithélium sont la cause d'une pareille coloration. Cette période dure un ou deux jours.

L'écoulement sanguin rutilant constitue la seconde phase du phénomène. Elle dure d'habitude trois ou quatre jours; mais il n'est pas rare de la voir se prolonger chez certaines femmes de cinq à huit jours.

Vers la fin de la menstruation, c'est-à-dire dans la troisième phase du phénomène, l'écoulement diminue d'abondance et change de caractère. Le sang est plus pâle et bientôt les matières qui s'écoulent par le vagin ne sont plus constituées que par un peu de mucus.

Pouchet prétend que vers le dixième jour après la cessation des règles, on verrait tomber, quand il n'y a pas eu conception, un flocon albumineux, élastique, d'une teinte opaline, qui serait une véritable caduque. Longet et beaucoup d'autres observateurs ont contredit la réalité de ce phénomène.

Chez la jeune fille qui, n'étant pas encore réglée,

arrive à l'âge de la puberté, les menstrues sont constituées par un écoulement séreux, blanchâtre ou brûnâtre. Celui-ci devance d'habitude de quelques mois l'hémorragie véritable. Chez les femmes arrivées à la ménopause, on peut observer encore cet écoulement de matières séreuses à la place du sang qui apparaissait auparavant.

La quantité de sang rendu pendant chaque menstruation varie d'une femme à l'autre et suivant diverses circonstances. D'après Burdach, elle serait seulement de 200 grammes; mais il n'est pas rare qu'elle dépasse ce chiffre. En général, cette quantité, toutes choses étant égales d'ailleurs, est réputée moindre chez les femmes pauvres et mal nourries que chez les femmes riches et vivant dans l'abondance, chez les femmes chastes que chez les femmes lascives (Haller, Burdach, Parent-Duchâtelet). Enfin, suivant Burdach et Brierre de Boismont, l'hémorragie serait plus abondante dans les pays chauds que dans les pays froids. On conçoit, en raison de la multiplicité des facteurs qui peuvent conditionner la menstruation et en raison de la difficulté que présente dans la pratique l'évaluation correcte des quantités de sang perdu, combien sont incertaines les affirmations de ces divers auteurs. — Le sang menstruel chez les femmes bien portantes est incoagulable; l'expulsion de caillots au moment des règles est un symptôme de métrite bien connu des gynécologistes.

b) Des troubles généraux de l'organisme, des modifications du caractère, l'apparition de désirs sensuels s'ajoutent d'habitude au phénomène local de l'hémorragie périodique. Des douleurs plus ou

moins vives consistant principalement en une sensation de pesanteur se font sentir aux lombes et dans le bassin. Il s'y joint de la lassitude dans les jambes, une diminution de l'appétit, quelquefois un léger mouvement fébrile (fièvre menstruelle de Trousseau). Les mamelles subissent une poussée congestive et deviennent douloureuses. Au point de vue psychique, la femme est nerveuse, impressionnable; les désirs sexuels l'envahissent au moment où la menstruation s'installe et cessent d'habitude lorsque l'écoulement est à sa période d'état. Un article puisé dans la *Gazette gynécologique*[1] et intitulé : « *A propos des règles, confidences d'une femme* » analyse d'une manière pittoresque les phénomènes généraux éprouvés par la femme en période cataméniale :

« ...Les règles sont à leur début un peu d'humidité, le lendemain un suintement muqueux, le surlendemain légère teinte rosée sanguinolente. Et pendant les trois jours d'invasion, des modifications de la plus haute importance se passent dans l'organisme. Pendant le début surgit un état nerveux spécial, vague, inquiet, indéfinissable; une sorte de tristesse sans motif, de besoin sans but précis, envahit l'être, le domine, le subjugue, l'absorbe. Les fêtes, les réunions, les bals, le théâtre, tout plaisir où l'on se trouve plus de deux devient fastidieux à ce moment.

« Ce besoin indécis, cette sensation spéciale de manque, cet inconnu qui nous attire, ce nuage qui nous appelle à lui en nous voilant la vérité, c'est le désir sexuel. Vague dans son aspiration, le désir devient vif, intense, précis au moment de la réalisation. Le désir assouvi, le calme renaît; la nature a rempli son but. Voilà bien cette période de rut si intense chez les animaux, plus ou moins masquée

1. Numéro du 15 avril 1887, p. 113.

chez la femme par le voile et la gêne de la civilisation. Toutes les cordes de la femme vibrent à ce moment. Les seins sont tendus, saillants, la moindre pression à leur extrémité met l'individu hors de lui-même. Du côté des organes génitaux, de même qu'au niveau des seins, il existe une congestion intense. L'appareil génital est en fête. C'est le moment de l'unisson des deux sexes, la nature y convie l'époux. Mais il n'y a pas de fête sans lendemain, le quatrième jour la scène change complètement.

« Un écoulement sanguin abondant, gênant, vient congestionner l'appareil génital et toute l'économie. Toutes les cordes de la femmes se distendent. L'appétit sexuel disparaît. Au désir, à l'appétence de la précédente période fait place l'indifférence, ordinairement même le dégoût, le rut est fini, bien fini; l'être devient abattu, malade, refroidi.

« ...Pendant la période intermenstruelle, les sens dorment volontiers. En l'absence de toute excitation, la vie génitale pourrait se réduire à zéro. Ce n'est pas à dire pour cela que les aubaines soient désagréables, mais pures friandises dont la nature pourrait bien se passer. Le dieu génital sommeille, il lui faut des artifices pour le réveiller. »

2° *Modifications structurales de l'utérus pendant la menstruation.* — On peut diviser en trois phases les modifications structurales de l'utérus provoquées par la menstruation.

Dans la première période, qui commence dix jours avant l'écoulement sanguin, la muqueuse utérine se gonfle, devient deux ou trois fois plus épaisse qu'auparavant; d'abord pâle et brillante, elle se congestionne peu à peu. Son tissu est infiltré de sérosité, mou et œdémateux. Ces modifications sont surtout apparentes dans la muqueuse qui tapisse la partie supérieure de la cavité utérine; elles s'effacent à mesure qu'on s'approche du col. Au niveau du corps utérin

chaque cellule devient plus large et plus haute; les vaisseaux capillaires gorgés de sang se dilatent énormément, surtout dans leurs ramifications superficielles et autour des glandes où ils forment un réseau très serré. Cette activité circulatoire a évidemment pour conséquence une transsudation séreuse dans les espaces périvasculaires. Les glandes utérines augmentent considérablement de volume, leur trajet devient spiralé et leur cavité renferme une sécrétion d'autant plus abondante que l'écoulement menstruel est plus proche. Par suite de l'allongement et de la dilatation des culs-de-sac glandulaires, la partie profonde de la muqueuse présente à la coupe un aspect aréolaire, tandis que superficiellement le tissu cellulaire infiltré aplatit les canaux excréteurs, de sorte que ceux-ci paraissent plus distants les uns des autres que normalement. Le tissu conjonctif du derme muqueux est modifié dans les couches superficielles, les cellules conjonctives perdent leur aspect fusiforme, s'infiltrent, deviennent polygonales et leur noyau s'hypertrophie.

Dans la deuxième période ou période des règles, il apparaît des hématomes sous-épithéliaux et périglandulaires. C'est qu'à certains endroits la paroi vasculaire a cédé et le sang s'est épanché entre les éléments cellulaires (Coste). Ailleurs, on constate une irruption des globules dans le stroma par simple diapédèse sans effraction proprement dite du capillaire (Keiffer). Une partie de l'épanchement sanguin pénètre ensuite dans les culs-de-sac glandulaires, colore leur produit de sécrétion et arrive par la voie du canal excréteur dans la cavité utérine. Le sang épanché dans le stroma peut également suinter entre les cellules épithéliales

de la muqueuse qui paraissent peu altérées et restent en place ; à certains endroits, néanmoins, le sang soulève et entraîne quelques cellules, de sorte que la muqueuse paraît, sur des surfaces *très limitées*, privée d'épithélium. A la fin de l'écoulement, la muqueuse est dégonflée ; la division de la muqueuse en couche compacte et couche aréolaire a disparu par suite de l'affaissement complet des glandes : la période de réparation va commencer.

Dans la phase de réparation post-menstruelle, l'épithélium se reconstitue là ou il était exfolié. La régénération se fait grâce à la karyokinèse des cellules voisines de celles qui sont tombées. Les glandes utérines ont pris un aspect rectiligne et ont vidé leur contenu. Les cellules du stroma redeviennent fusiformes. Cet état va se prolonger pendant une dizaine de jours, jusqu'au moment où réapparaîtront les phénomènes de la phase prémenstruelle.

Il s'accomplit donc dans la muqueuse utérine une série de modifications constituant un véritable cycle qui dure environ vingt-huit jours ; l'écoulement sanguin représente une période de ce cycle, la seule qui avait frappé l'attention des physiologistes et des médecins. Mais, en réalité, on peut considérer que la muqueuse utérine n'est jamais à l'état de repos : elle est le siège d'une activité cyclique continuelle dont la durée d'évolution comprend l'ensemble de la période menstruelle et de la période intermenstruelle.

3° *Périodicité de la menstruation.* — La menstruation est un phénomène périodique. Elle se reproduit environ tous les mois ; de là le nom de *mois* par lequel

les règles sont parfois désignées. D'après Brierre de Boismont, trente jours s'écouleraient chez la généralité des femmes entre le moment de l'apparition des menstrues et celui de leur retour. Le chiffre donné par cet auteur n'est pas tout à fait exact. D'après Schweig, qui a basé sa statistique sur 500 observations, la valeur moyenne de l'intervalle entre le début de deux menstruations serait de vingt-sept jours et demi, c'est-à-dire que, dans la majorité des cas, l'hémorragie se reproduirait du vingt-septième au vingt-huitième jour après le début de l'hémorragie précédente.

4° *Date de la première menstruation.* — La première menstruation apparaît d'habitude entre la treizième et la quinzième année, au moment où les mamelles se développent et où les poils commencent à croître aux parties génitales. Mais, à cette règle générale, il n'est pas rare de trouver des exceptions : chez des jeunes filles bien constituées les règles peuvent se montrer au delà du terme précédemment indiqué.

Exceptionnellement, les menstrues et les autres signes de la puberté se manifestent dans la première enfance ; divers auteurs ont rapporté à ce sujet d'intéressantes observations.

Indépendamment des différences individuelles et de ces apparitions précoces de la menstruation qui touchent à la monstruosité, il existe des différences tenant à l'*influence des climats.* Les filles sont nubiles plus tôt dans les pays méridionaux que dans les contrées septentrionales, dans les plaines que dans les montagnes où l'apparition des règles est souvent retardée jusqu'à l'âge de vingt-quatre ans (Haller,

Brierre de Boismont, Pritchard). Longet rapporte que l'âge moyen de la menstruation est de 16 ans 75 à Varsovie, 14 ans 75 à Paris, 13 ans 94 à Marseille.

L'influence de la *race* peut parfois venir contrebalancer celle du climat : ainsi les femmes mongoles, quoique vivant dans un climat très froid, sont pubères aussitôt que les italiennes et les espagnoles.

Les conditions d'*ambiance morale* exercent également une influence sensible sur la date de l'apparition des premières règles. Le milieu des villes les rend en général plus précoces que la campagne et la cause en paraît être dans les excitants divers tels que bals, théâtre, conversations, lectures et romans, vue d'images suggestives, etc., tous facteurs qui ont pour effet d'exciter le sens génésique et de hâter l'époque de l'échéance pubère. J.-J. Rousseau dans l'*Emile* dit avoir trouvé dans les montagnes du Valais et du Frioul des jeunes filles bien conformées et d'un âge relativement avancé qui n'étaient pas encore réglées : il attribue ce retard à la simplicité du costume et à une imagination plus longtemps calme et tranquille.

5° *La ménopause.* — Bien des incertitudes règnent encore relativement à la détermination de l'âge où cesse la menstruation. Habituellement, de quarante à quarante-cinq ans, la périodicité des menstrues est troublée; on observe des alternatives entre de grandes pertes sanguines et de longues suppressions de toute hémorragie cataméniale. Vers cinquante ans, les règles cessent complètement et sont remplacées par des pertes blanches périodiques qui elles-mêmes ne tardent pas à disparaître. Exceptionnellement, la

ménopause peut se produire vers trente-deux ans ou être retardée jusqu'à soixante et même soixante-dix ans (Haller).

Le climat a-t-il une influence sur la disparition définitive des règles? Les règles qui sont plus précoces dans les pays chauds disparaissent-elles plus tôt dans ces contrées que dans les pays froids? Aucune étude systématique ne permet d'apporter une réponse ferme à cette question. Haller a émis l'opinion que dans les régions méridionales les femmes réglées tôt ont une ménopause précoce, mais il n'a donné aucune preuve décisive de cette affirmation.

La période de la ménopause se caractérise par l'apparition d'une série de troubles généraux que Depaul et Guéniot ont bien résumés :

« Ce sont des congestions soit vers la tête, soit du côté du poumon, du foie, de l'estomac. La femme se plaint d'éprouver des chaleurs subites au visage, des étourdissements, parfois des tintements d'oreilles ou de la dureté de l'ouïe; elle ressent des pesanteurs dans les hypochondres, des aigreurs de l'estomac, de la lenteur dans les digestions, une certaine gêne de la respiration; elle se fatigue aisément, redoute le mouvement et se montre généralement triste, inquiète, très soucieuse de cet état qu'elle croit souvent être l'indice d'une maladie ou d'une fin prochaine; puis les règles se suppriment définitivement; l'abdomen se développe soit par le fait d'un léger météorisme, soit par l'accumulation de graisse dans ses parois; un flux leucorrhéique s'établit, avec démangeaisons aux parties génitales; les seins grossissent, deviennent le siège de fourmillements et fournissent à la pression un peu de sérosité lactescente. La perversion de l'appétit, le changement dans le caractère et dans les dispositions morales viennent encore compliquer cet état qui dure parfois plusieurs mois. »

A côté de la ménopause que nous venons de décrire et qu'on pourrait appeler *naturelle,* il existe une ménopause *artificielle* et des ménopauses *temporaires.*

La ménopause artificielle est celle qui se manifeste après la double castration ovarienne; nous aurons plus loin l'occasion d'étudier le rapport de causalité qui unit l'existence de la menstruation et la possession des ovaires.

Les ménopauses temporaires sont celles qui sont causées par la gestation et l'allaitement. On sait que, chez la femme enceinte, les règles sont supprimées et que leur disparition constitue un excellent signe de probabilité de grossesse. Néanmoins, Haller, Mauriceau, Deventer, Beaudelocque, Cazeaux croient que, dans des cas exceptionnels, la menstruation peut persister chez le femme enceinte. Pinard s'est élevé avec énergie contre cette affirmation : il existe assurément des écoulements sanguins pendant la grossesse; le hasard peut même quelquefois leur donner une apparence de périodicité; mais ils diffèrent en qualité, en quantité ou en durée des règles véritables. D'ailleurs, à moins d'admettre que la perspiration du sang menstruel se fait uniquement au niveau du col chez la femme enceinte, l'hémorragie cataméniale est, dans la matrice gravide, théoriquement impossible, puisque la cavité utérine se trouve alors presque entièrement tapissée par les membranes ovulaires.

Après la parturition, même si la nouvelle accouchée n'allaite pas son enfant, la ménopause temporaire de la grossesse n'est pas immédiatement interrompue : les règles ne réapparaissent, d'habitude, que dans la septième semaine qui suit l'accouchement.

Chez la femme qui allaite, à la ménopause de la grossesse succède immédiatement la ménopause de la lactation. Néanmoins, il n'est pas rare de voir des nourrices menstruées. Une croyance très répandue autrefois et encore défendue par quelques auteurs contemporains (Roche, Plantier, Ponsoye) consiste à penser que le lait de femmes réglées devient nuisible à l'enfant : celui-ci serait atteint au moment des périodes menstruelles de diarrhée, fièvre, éruptions herpétiques. Ces troubles de la santé du nourrisson sont loin d'être la règle chez la femme menstruée qui allaite et Pinard et son école considèrent que la menstruation ne contre-indique pas la lactation.

6° *Rapports chronologiques de la menstruation et de l'ovulation.* — Les rapport chronologiques de la menstruation et de l'ovulation ont donné lieu à des discussions multiples. Les règles sont-elles, par rapport à la rupture du follicule de de Graaf, un phénomène antérieur, postérieur ou concomitant? Les gynécologistes ont émis sur ce sujet les opinions les plus contradictoires et, si on voulait les retenir toutes, cette question donnerait lieu à une bibliographie extrêmement touffue et confuse. Aussi ferons-nous table rase des opinions basées sur des raisonnements et des interprétations contestables et nous bornerons-nous à l'exposé des faits objectifs apparemment bien observés.

Gendrin (1839), Raciborski (1844), ont examiné les ovaires de femmes mortes pendant ou peu de temps après les règles et ils ont trouvé sur la glande la trace de follicules de de Graaf tout récemment rompus.

Coste (1847) a fait à la Morgue un grand nombre de constatations analogues sur des femmes mortes en pleine santé par suicide ou par accident *au moment de la menstruation* ou peu de temps après. Une d'elles cependant paraît faire exception à la règle générale : c'est une femme qui s'était tuée quatre ou cinq jours après la cessation de l'hémorragie cataméniale et dont l'ovaire portait une vésicule de de Graaf très tendue, *mais non encore rompue.*

Plus récemment, des gynécologistes connus (Arnold, Leopold, Kufferath) ont examiné l'état des follicules chez des femmes opérées soit pendant la menstruation, soit à des époques diverses de la période intermenstruelle : d'après leurs constatations, les règles se produiraient au moment de la maturité ou de la rupture des vésicules de de Graaf.

Kreiss (1899) a observé des femmes dont la menstruation n'avait pas coïncidé avec l'ouverture d'un ovisac : la glande génitale, au moment des règles, portait un corps jaune âgé de huit à dix jours : la déhiscence de la vésicule de de Graaf avait donc précédé de huit à dix jours la menstruation.

Ancel et Villemin (1907) ont systématiquement examiné les ovaires chez des femmes laparotomisées pour des affections extra-génitales, pendant la menstruation ou à diverses époques de la période intermenstruelle. Les observations pratiquées au moment des règles, immédiatement avant ou immédiatement après, ne leur ont jamais révélé la présence sur la glande génitale d'un follicule à maturité ou récemment ouvert. C'est dix à douze jours après le début des règles que l'ovisac apparaît gros, congestionné, prêt à se rompre

et c'est vers le quinzième jour après le commencement de l'hémorragie cataméniale que la déhiscence se produit.

L'exposé des faits montre donc combien il est difficile pour un lecteur impartial de se faire une opinion parmi toutes ces données contradictoires. D'après Gendrin, Raciborski et Coste, l'ovulation et la menstruation seraient, dans la généralité des cas, simultanées. Cette théorie se concilierait parfaitement avec la croyance générale que les chances de fécondation sont beaucoup plus grandes si le coït est pratiqué pendant ou immédiatement après les règles. Elle n'expliquerait pas, il est vrai, les fécondations intermenstruelles comme, par exemple, celles qui résultent d'un coït *unique* (observation de Pouchet) pratiqué quinze à vingt jours après la menstruation. A ce moment-là, en effet, si l'ovule avait été libéré pendant l'hémorragie cataméniale ou peu de temps après, il aurait depuis longtemps été résorbé, du moins si la durée de sa survie hors de l'ovisac est sensiblement la même chez la femme et chez les autres mammifères. L'existence, exceptionnelle peut-être mais certaine, des fécondations intermenstruelles implique celle des ovulations intermenstruelles.

Ancel et Villemin soutiennent avec de nombreuses observations à l'appui de leur opinion que l'ovulation et la menstruation seraient normalement *et constamment* séparées par un intervalle de douze à quinze jours environ. Villemin (thèse de doctorat) élimine les faits diamétralement opposés aux siens observés par Gendrin, Raciborski et Coste en disant que les auteurs ont confondu le *corps jaune* en période d'état avec un

follicule rompu. Quiconque a lu les beaux travaux de Coste sur l'évolution des ovisacs, sa description extrêmement précise du *corps jaune*, comprendra combien est gratuite, en ce qui le concerne, l'accusation de Villemin.

En résumé, dans l'état actuel de la science, les rapports chronologiques exacts de la menstruation et de l'ovulation sont inconnus. Nous possédons sur ce sujet une série de faits disparates que l'avenir permettra peut-être de concilier. En ce moment, la seule donnée qui paraisse certaine est que l'ovulation peut se produire soit pendant la menstruation, soit dans les quinze jours qui la suivent : il resterait à déterminer ce qui est la règle et ce qui est l'exception[1].

7° *L'élimination d'arsenic par le sang menstruel.* — A. Gautier a fait des examens de sang menstruel chez de jeunes femmes internées à Saint-Lazare et a trouvé des traces d'arsenic dans ce liquide.

A. Gautier a démontré en outre que la peau et les annexes (poils, plumes, ongles) servent à l'excrétion arsenicale. L'appareil cutané et les menstrues ont donc, à ce dernier point de vue, une action synergique.

§ 3. — Le rut chez le mâle.

En raison de l'existence du rut chez la femelle et de la menstruation chez la femme, on peut se deman-

1. D'après une théorie récente, la menstruation serait sous la dépendance immédiate du corps jaune; nous aurons à discuter ultérieurement cette question.

der si l'on retrouve chez le mâle des phénomènes comparables d'excitation génitale périodique. Certaines espèces ont des amours une fois par an et à époque fixe; il est donc impossible, dans ce cas, de dire si le mâle conçoit spontanément des désirs ou s'il est excité par des odeurs particulières venues de la femelle. Chez d'autres animaux, au contraire, — et c'est le cas pour la lapine — le rut n'a aucun caractère saisonnier, de sorte qu'on peut à toute époque de l'année trouver quelque femelle en période de chaleurs. On constate alors que le mâle est, à n'importe quel moment, disposé à couvrir la femelle en rut; la vue de celle-ci, la perception des odeurs qu'elle dégage est la cause efficiente du réveil de l'instinct sexuel chez le mâle. Donc, pour un grand nombre d'espèces tout au moins, le rut, en tant que phénomène périodique, est l'apanage exclusif de la femelle : le mâle a des désirs génésiques contingents et subordonnés aux circonstances fortuites qui lui font rencontrer une femelle en chaleurs.

II. — L'Érection.

On sait que le pénis est en temps ordinaire flaccide et pendant. Dans cet état, il ne saurait pénétrer dans le vagin de la femelle et y déposer les spermatozoïdes. Pour rendre possible cette intromission, il se produit dans la verge un phénomène particulier appelé l'érection.

1° Caractères objectifs du phénomène. — Au point de vue objectif, l'érection est caractérisée par des modifications du volume, de la dureté et quelquefois de la direction du pénis. Le volume de la verge augmente par un accroissement de son diamètre et de sa longueur. En même temps, l'organe devient rigide et sa direction peut se modifier; chez l'homme, en particulier, il passe de l'attitude pendante à une attitude presque verticale. Le gland qui, à l'état de flaccidité, est plus ou moins recouvert par le fourreau de la verge se trouve, pendant l'érection, complètement dénudé.

Le pénis en érection se présente sous une foule de formes différentes suivant les espèces et appropriées sans doute à la disposition des voies génitales de la femelle. On le voit cylindrique et renflé à son extrémité libre chez l'homme et les solipèdes; grêle et effilé chez la plupart des ruminants; terminé par un long prolongement vermiforme chez le bélier; cylindrique et légèrement tordu à la pointe chez le porc; conique et couvert de rudes papilles chez le chat; pourvu à la base de sa partie libre de deux renflements énormes chez le chien.

L'élongation du pénis et sa projection hors du fourreau ou de la gaine préputiale dérivent, le plus souvent, à la fois du redressement des courbures de l'organe, de sa turgescence et enfin du relâchement ou de la contraction de certains muscles agissant soit sur lui, soit sur son enveloppe. Chez les solipèdes et chez l'éléphant, l'élongation de la verge tient, en même temps qu'au gonflement du tissu caverneux, au redressement des légères sinuosités que l'organe

relâché décrit sous la symphyse pubienne. Chez les ruminants, elle a uniquement pour cause l'effacement de l'S que forme habituellement le pénis à la région scrotale; celui-ci, pendant l'érection, est devenu rectiligne et a augmenté de longueur. Sa projection hors du fourreau est facilitée, d'un côté, par la diminution du tonus de muscles blancs particuliers qui s'insèrent au niveau des courbures et créent les sinuosités de la verge flaccide et, d'un autre côté, par la rétraction du fourreau lui-même, résultant de la contraction de deux bandelettes musculaires émanées du voisinage du pubis.

2° Les excitants normaux de l'érection. — Parmi les excitants normaux de l'érection, il faut citer chez tous les animaux la vue et les odeurs de la femelle et les attouchements du pénis. A ces influences s'ajoutent, chez l'homme, les lectures, les tableaux, les parfums et les souvenirs érotiques. Le décubitus dorsal longtemps prolongé, la chaleur du lit, la plénitude de la vessie le matin au réveil peuvent être des causes de turgescence pénienne.

3° Facteurs d'influence du phénomène. — La faculté d'entrer en érection est très variable suivant l'*âge* de l'individu. Chez la généralité des vieillards, elle a complètement disparu. Chez les sujets jeunes, elle est très développée, mais non permanente : après la satisfaction du désir vénérien, l'érection cesse et demeure impossible pendant un certain temps. Diverses *maladies*, le diabète et le tabes par exemple, créent parfois une impuissance ab-

solue. Dans d'autres cas pathologiques, au contraire, l'érection devient plus facile que chez l'individu sain. Certaines maladies mentales sont, comme on le sait, une cause d'excitation érotique très violente et peuvent provoquer d'énergiques et fréquentes érections. Chez des individus indemnes de toute tare nerveuse apparente, on peut observer un état de priapisme très durable, pénible et de cause inconnue : Godard (cité par Liégeois) a vu un individu chez lequel l'érection dura dix-sept jours. Müller cite un exemple d'érection s'étant poursuivie pendant trois mois sans discontinuer. Nous-même avons eu l'occasion d'observer à l'Asile des Convalescents de Saint-Maurice un sujet dont le pénis est resté pendant vingt jours dans un état d'érection extrêmement douloureux.

Les *médicaments* peuvent exercer sur l'érection une action favorisante (*aphrodisiaques*), ou empêchante (*anaphrodisiaques*).

Parmi les premiers, l'opium est un des plus efficaces; on sait que dans l'empoisonnement par cette drogue apparaissent des turgescences péniennes pénibles et persistantes. En Orient, l'emploi de cette drogue comme aphrodisiaque est, d'ailleurs, très répandu.

Les effets de la strychnine sont à peu près identiques. Si dans le système nerveux d'un cobaye on injecte un demi-centimètre cube d'une solution de sulfate de strychnine à 1 p. 200, l'animal est pris de convulsions; des mouvements rythmiques apparaissent dans la région périnéale et anale, le pénis entre en érection et l'éjaculation s'ensuit. La stry-

chnine agit par excitation de la moelle lombaire : si cette région du système nerveux est détruite, la strychnine ne produit plus son effet habituel sur le pénis.

L'yohimbine (Lœwy et Fr. Müller) et la teinture de cantharides passent également pour avoir des propriétés aphrodisiaques.

La médication anaphrodisiaque a donné lieu de tout temps à des pratiques très fantaisistes. Galien, dans son livre « *De sanitate tuenda* », préconise l'application de lames de plomb autour des reins du malade érotique, *ut nocturnis veneris imaginibus careret.* Pline fait aussi mention dans son *Histoire naturelle* de cette vertu des lames du plomb capables « *frigidiore natura impetus veneris inhibere* ». Pendant tout le moyen âge, l'*agnus castus,* désigné sous le nom de *gatilier* et sous celui plus expressif de *poivre des moines,* a joui d'une réputation, d'ailleurs imméritée. Le camphre, dont les propriétés ont été consacrées par l'école de Salerne, est employé encore aujourd'hui pour calmer l'ardeur génésique.

A côté de ces prétendus anaphrodisiaques à effets très problématiques, il en est d'autres qui ont sur l'érection une influence empêchante plus réelle. Les bromures de potassium, sodium et ammonium sont employés fréquemment et avec succès en thérapeutique humaine pour calmer les turgescences péniennes de certains nerveux et aliénés. Le curare administré au cobaye à la dose de 6 centigrammes en injection sous-cutanée empêche la strychnine de produire son effet habituel sur l'érection. L'atropine, d'après Nikolsky, paralyserait les nerfs érecteurs ; Spina s'est élevé contre cette opinion : le cobaye atropinisé

présente une turgescence intense de la verge par injection consécutive de sulfate de strychnine.

4° Action du système nerveux sur l'érection. — Le phénomène de l'érection est sous la dépendance de nerfs centrifuges, de centres encéphalo-médullaires et de nerfs centripètes.

a) *Les nerfs centrifuges.* — Le pénis reçoit de chaque côté deux sortes de fibres d'origine différente : les unes proviennent du nerf honteux interne, les autres du nerf dit *érecteur*.

La première expérience faite dans le but de déterminer l'action du système nerveux sur l'érection fut effectuée par Guenther, en 1837. Cet auteur sectionna les nerfs honteux internes chez le chien et constata que la turgescence du pénis pouvait encore se produire après cette section.

Guenther ne poussa pas plus loin ses recherches et la question de l'influence du système nerveux sur l'érection était encore obscure, lorsque Eckhardt, en 1863, entreprit l'étude de ce sujet. Cet auteur isola deux nerfs, l'un droit et l'autre gauche, naissant du plexus sacré, tantôt de la première et de la deuxième racines sacrées, tantôt de la première, de la deuxième et de la troisième. Ces nerfs se rendent, par un trajet assez direct, des côtés du sacrum vers le bas-fond de la vessie et vers la prostate et se perdent dans le plexus hypogastrique où aboutissent aussi les nerfs provenant du plexus mésentérique postérieur (inférieur chez l'homme). A partir de ce niveau, on remarque de nombreuses cellules ganglionnaires sur le

trajet des filets nerveux qu'on suit jusqu'à la portion membraneuse et bulbeuse de l'urèthre.

Eckhardt a vu que la double section de ces nerfs rend l'érection impossible chez les chiens mâles mis en présence de chiennes en rut. L'excitation du bout périphérique d'un de ces nerfs provoque, au contraire, la turgescence du pénis. Pour bien observer le phénomène, il faut inciser le prépuce et le fourreau pour mettre la verge complètement à nu. Au moment de l'excitation des nerfs décrits plus haut, on voit la base de l'organe se gonfler peu à peu, et ce gonflement progressant d'arrière en avant envahit bientôt tout le pénis, à l'exception du gland qui se tuméfie beaucoup moins que les autres régions. Les veines latérales se dilatent et le sang qu'elles contiennent devient plus rouge. Après quelques instants, si on cesse l'excitation, l'érection disparaît assez rapidement. Eckhardt a appelé *nerfs érecteurs* les deux troncs dont la faradisation provoque cette turgescence intense du pénis. — Il a décrit chez le canard mâle des nerfs érecteurs semblables à ceux du chien.

Fr. Franck (1895) a étudié à l'aide de la méthode pléthysmographique les variations volumétriques de la verge, consécutives à l'excitation de certains filets nerveux; il a, de cette façon, vérifié les faits décrits par Eckhardt et découvert des faits nouveaux. Dès 1883, il avait utilisé le procédé de recherches suivant : il introduisait le pénis d'un chien dans un large tube de verre fermé à l'un de ses bouts et muni autour de son ouverture d'un rebord saillant au-dessus duquel il glissait le prépuce qui était fortement lié sur le tube; de cette façon, aucune fuite d'air n'était

à craindre et les vaisseaux dorsaux échappaient nécessairement à toute compression. Le tube était engagé de façon à recouvrir le gland et le bulbe qui pouvaient se déployer aisément à son intérieur. L'atmosphère gazeuse contenue dans le tube communiquait avec un tambour à levier.

Dans ces conditions expérimentales, Fr. Franck a pu ajouter aux faits déjà observés par Eckhardt les données suivantes :

1° L'excitation du bout périphérique des filets mésentériques descendants [se rendant du ganglion mésentérique inférieur au plexus hypogastrique] fait croître considérablement le volume du pénis; 2° l'excitation du bout périphérique du nerf honteux interne, pratiquée dans le bassin, diminue le volume de la verge. Excité au niveau du périnée, le bout périphérique du nerf honteux interne provoque l'érection. C'est que, à ce niveau, il a reçu une anastomose du plexus hypogastrique qui lui apporte des filets érecteurs.

Simpson et Marshall, en 1908, se sont demandé si, chez les castrats, l'excitation des nerfs érecteurs était efficace. Dans le but d'élucider cette question, ils ont examiné comparativement des chats entiers et des chats privés, dès leur jeune âge, de leurs testicules. Chez l'animal entier, l'excitation de la première racine antérieure sacrée produit l'érection; chez les castrats, cette même excitation laisse la verge complètement flaccide.

b) *Les centres érecteurs.* — L'excitation de certaines régions du système nerveux central a pour effet de provoquer la turgescence du pénis.

En 1824, Ségalas fit, sur le cobaye, une expérience qui semblait établir une influence exercée par la moelle sur l'érection. Après la décapitation de l'animal, il introduisait un stylet dans le canal vertébral et, de cette manière, faisait immédiatement croître le volume de la verge : il interpréta ce phénomène comme dû à des excitations parties de la substance médullaire excitée par le stylet avant d'être détruite par lui.

Marshall Hall, en 1840, observa un homme porteur d'une lésion médullaire cervicale et atteint de paralysie de la moitié inférieure du corps. Chez cet individu, l'introduction d'une sonde dans la vessie provoquait l'érection de la verge. L'auteur conclut de ce fait que, puisque les conducteurs de la moelle vers le cerveau étaient interrompus au niveau de la région cervicale, l'encéphale n'était pas nécessaire pour la production de la turgescence pénienne : celle-ci était donc sous la dépendance d'un centre médullaire. Marshall Hall dans sa conclusion dépassait la portée de son observation : le centre de réflexion des excitations sensitives, provoquées par le cathétérisme de l'urèthre et faisant apparaître l'érection, pouvait se trouver non dans la moelle, mais dans le sympathique.

En réalité, c'est Goltz qui, en 1873, a découvert le centre médullaire de l'érection. La section de la moelle au-dessus de la région lombaire n'empêche pas l'érection chez le chien mis en présence d'une femelle en rut; la destruction de la moelle lombaire empêche le pénis de devenir turgescent.

Diverses régions de l'encéphale participent aussi

au phénomène de l'érection. L'excitation électrique de certaines parties de l'écorce cérébrale (variables suivant les espèces), des couches optiques, des tubercules quadrijumeaux et du bulbe augmentent le volume et la consistance de la verge (Poussep, 1902). Le cervelet, qu'on a considéré longtemps comme le centre de l'amour physique, n'a aucun rôle appréciable dans l'érection.

c) *Les nerfs centripètes.* — Les excitations venues de la périphérie sont apportées aux divers centres encéphalo-médullaires par un certain nombre de nerfs parmi lesquels les honteux internes paraissent avoir un rôle prépondérant. Ce fait ressort déjà de cette notion bien connue que les attouchements de la verge peuvent provoquer la turgescence du pénis. Haussmann, Colin ont pratiqué au niveau du périnée la section de ces nerfs ou coupé certaines de leurs branches de distribution chez des étalons. En présence des juments en rut, ceux-ci faisaient encore entendre des hennissements, essayaient de pratiquer le coït, mais leur verge demeurait flaccide. Legros a répété cette expérience sur le chien et obtenu des résultats identiques. L'interprétation de ces faits est claire : on sait, en effet, que la plupart des fibres des nerfs érecteurs abordent le pénis sans emprunter la voie des honteux internes; si la section de ceux-ci abolit l'érection, *malgré la persistance de la voie centrifuge principale,* c'est que les honteux internes sont des nerfs centripètes indispensables à l'érection. Ce fait est à rapprocher des expériences bien connues dans lesquelles l'interruption d'un conducteur sensitif a

pour conséquence des troubles paralytiques dans la région correspondante (expériences de Shaw, Cl. Bernard, Chauveau, Mott et Sherrington).

Le rôle du nerf honteux interne comme voie centripète de l'érection rend légitime la supposition que l'excitation de son bout central provoquera une augmentation de volume de la verge. Loven a constaté, au contraire, que cette excitation diminue le volume du pénis ; d'autre part, si l'on fait une plaie de la verge en érection, l'excitation du bout central du honteux interne diminue l'abondance de l'écoulement sanguin, comme si elle resserrait les vaisseaux sectionnés. Ces résultats n'infirment pas la conclusion précédemment énoncée que le honteux interne est la voie centripète de l'érection. En effet, ce nerf renferme des fibres centripètes vaso-constrictives, comme le prouve la deuxième partie de l'expérience de Loven ; et l'action vaso-constrictive réflexe peut masquer l'augmentation de volume de la verge qui tendrait à se produire sous l'influence de la faradisation des fibres érectrices centripètes. C'est que tout nerf est un ensemble complexe et son excitation électrique met souvent en jeu des actions antagonistes, sans faire un choix, comme les excitants spécifiques, entre les fibres à rôle différent.

Le nerf honteux interne n'est, d'ailleurs, pas la seule voie centripète de l'érection. Chez l'homme, en particulier, des attouchements portant sur d'autres régions de l'individu que le pénis peuvent provoquer l'érection réflexe. Il est vrai que, dans l'espèce humaine, le problème des voies centripètes de l'érection se complique : il est souvent difficile de faire la part qui re-

vient à l'excitation sensitive et aux actes psychiques qui l'accompagnent.

d) Rôle frénateur du système nerveux sur l'érection. — En même temps qu'il existe des parties du système nerveux destinées à produire l'érection, il en est d'autres qui refrènent ce phénomène.

Goltz et Freusberg (1874), chez un chien en érection, ont produit des excitations douloureuses dans diverses régions du corps ou bien excité le bout central du nerf sciatique : dans ces conditions, ils ont vu la verge turgescente revenir à l'état flaccide. Les excitations sensitives mettent donc en jeu des activités nerveuses frénatrices de l'érection.

Une influence inhibitrice constante paraît appartenir aux parties du névraxe situées au-dessus du centre génito-spinal : il est, en effet, plus facile de provoquer l'érection par le chatouillement du pénis sur un chien dont la moelle est sectionnée à l'union de la région dorsale et de la région lombaire que sur un animal intact.

Des expériences de Spina sont tout à fait en faveur de cette conception. Chez un cobaye, cet auteur introduit, près de la dernière articulation costo-vertébrale, une lame tranchante dans le canal rachidien et il coupe la moelle. Une minute environ après cette opération, le périnée se met à exécuter des mouvements saccadés et rythmiques, le pénis s'allonge et s'élargit, la muqueuse du gland se congestionne, le gland lui-même prend la forme d'un entonnoir et l'on voit saillir les deux appendices cornés qui se trouvent à l'extrémité pénienne de l'urèthre. Cette érection dure

dix à quinze minutes. Le résultat de cette expérience prouve donc nettement que l'activité du centre génito-spinal lombaire est inhibée d'une manière constante par les régions du névraxe situées au-dessus de lui.

Il convient de rapprocher de l'expérience de Spina un phénomène que nous avons observé chez la grenouille et que nous décrirons en détail dans la partie de cet ouvrage consacrée à la copulation. Chez le mâle de cet animal, il suffit de pratiquer *à n'importe quel moment de l'année* la section sous-bulbaire de la moelle pour faire apparaître le phénomène de *l'embrassement spasmodique* qui, normalement, ne se montre qu'à l'époque du frai. Le mâle, préparé comme nous l'avons dit, entoure dans une étreinte convulsive tout objet de dimensions convenables qu'on lui présente, absolument comme il embrasse la femelle pendant l'accouplement. Les centres encéphaliques exercent donc d'une manière permanente une influence inhibitrice sur le centre médullaire présidant au phénomène de l'embrassement spasmodique ; dans l'espèce, l'action d'arrêt émane du cervelet, comme nous l'établirons ultérieurement.

D'après Meltzer (1899), l'exécution de quelques mouvements de déglutition tend à diminuer, chez l'homme en érection, la turgescence du pénis. L'activité du centre de la déglutition semblerait donc inhiber celle du centre érecteur.

5° Le mécanisme de l'érection. — *a*) Une expérience simple et très démonstrative de Régnier de Graaf a établi un premier fait important pour la connaissance du mécanisme de l'érection : *la turges-*

cence du pénis est due à l'emmagasinement d'une certaine quantité de sang dans cet organe.

Chez un chien en érection, il a lié la verge à sa base. Tant que la ligature n'est pas enlevée, la verge reste dure et volumineuse ; si on enlève la ligature, la verge s'affaisse. De plus, si, sur un pénis en érection et lié à sa base, on fait une incision profonde, il s'échappe du sang en abondance et l'organe devient flaccide. Tous ces faits prouvent donc que l'érection est due à une accumulation du sang dans le tissu pénien.

b) On peut se demander *quel dispositif anatomique particulier permet l'emmagasinement de ce liquide dans le pénis :* certains détails structuraux de cet organe rendent bien compte du phénomène.

La verge présente, en effet, à considérer deux formations, le *corps caverneux* et le *corps spongieux;* leur morphologie, différente d'ailleurs suivant les animaux, n'intéresse pas la physiologie de l'érection, mais leur structure explique la possibilité d'accumulation du sang dans le pénis (fig. 9).

Ces organes dits *érectiles* sont limités extérieurement par une membrane fibreuse ou *albuginée.* De la face interne de celle-ci, se détachent de nombreux prolongements en forme de trabécules, les unes larges et lamelleuses, les autres minces et ténues, ayant l'aspect de simples filaments. Toutes ces trabécules se rencontrent sous les angles les plus divers et se soudent réciproquement aux points de contact. L'espace cylindrique circonscrit par l'albuginée se trouve ainsi divisé en une multitude de logettes appelées les *aréoles* du tissu érectile. Celles-ci ont une forme très irrégulière et sont variables dans leurs dimensions.

Elles communiquent toutes entre elles : une injection poussée sur n'importe quel point des corps caverneux se répand avec la plus grande facilité dans tout le système aréolaire. Histologiquement, les trabécules sont constituées, comme l'albuginée dont elles émanent, de fibres conjonctives et de fibres élastiques. A ces éléments, s'ajoutent chez la généralité des mammi-

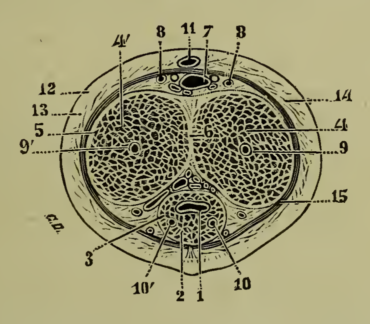


Fig. 9. — *Coupe vertico-transversale de la verge chez l'homme.* (D'après Testut.)

1, canal de l'urèthre. — 2, corps spongieux. — 3, albuginée du corps spongieux. — 4, 4^1, corps caverneux. — 5, albuginée des corps caverneux. — 6, cloison. — 7, 8, 9, 10, 11, vaisseaux et nerfs péniens. — 12, 13, 14, revêtement cutané de la verge. — 15, enveloppe fibreuse de la verge.

fères (âne, cheval, chien, éléphant, homme) des fibres musculaires. La surface interne des aréoles présente un revêtement continu de cellules aplaties, endothéliales et dont l'imprégnation d'argent révèle les contours. On peut donc considérer le tissu aréolaire comme représentant un système capillaire extrêmement dilaté; cette conception se justifie pleinement si on songe que les aréoles communiquent, d'une part,

avec les artères et, d'autre part, donnent naissance à des veines.

D'après cet exposé, on voit que la verge possède une multitude de cavités à parois élastiques, et susceptibles d'admettre des quantités variables de sang.

c) Il s'agit maintenant d'expliquer *comment les aéroles se dilatent* pendant l'érection.

G. Valentin (1838) attribuait leur augmentation de volume à une contraction des trabécules musculaires des corps caverneux : de cette manière, les parois des aréoles s'écartaient les unes des autres et permettaient aux cavités agrandies de recevoir une quantité de sang plus considérable à leur intérieur. On sent toute l'invraisemblance de cette explication : il est évident que l'effet de la contraction des fibres musculaires ne peut être que de rapprocher et non d'écarter les unes des autres les parois des aréoles.

D'après Krause, l'érection serait due à l'activité des muscles volontaires (bulbo- et ischio-caverneux), qui sont traversés par les veines efférentes du pénis : leur contraction arrêterait le sang veineux et produirait ainsi la dilatation de l'organe copulateur. Cette conception ne peut pas être acceptée, du moins pour certains animaux et à titre de mécanisme exclusif de l'érection. Loven a curarisé des chiens soumis à la respiration artificielle et excité les nerfs érecteurs; dans ces conditions, la turgescence pénienne se produit encore. Donc le spasme des muscles ischio- et bulbo-caverneux n'est pas nécessaire à l'érection.

Kölliker (1851) a émis, sans la vérifier expérimentalement, l'hypothèse que la dilatation érectile des aréoles du corps caverneux, loin d'être due à la con-

traction des trabécules de fibres musculaires lisses, devait être attribuée à leur paralysie, à la cessation momentanée de leur état tonique. Comparant le phénomène de l'érection à celui de l'arrêt du cœur en diastole par excitation du pneumogastrique, cet observateur admet l'existence de nerfs d'arrêt partant de la moelle et dont l'excitation a pour effet de suspendre l'influence tonique exercée sur les trabécules par des nerfs émanés du grand sympathique.

Cette opinion a été critiquée par Rouget. Suivant ce dernier physiologiste, la théorie de Kölliker serait en contradiction formelle avec l'observation de faits pathologiques qui prouvent que, dans certaines altérations de la moelle lombaire accompagnées de paralysie des organes pelviens (vessie, rectum, etc.), l'érection, loin d'être plus fréquente ou même permanente (comme le voudrait rigoureusement la conception de Kölliker), est, au contraire, un des premiers actes abolis. Aujourd'hui, cette objection ne saurait être acceptée comme valable. La vaso-dilatation (et c'est ainsi que Kölliker comprenait le phénomène de l'érection) n'est pas purement et simplement la cessation de l'action tonique vasculaire exercée par la moelle; il existe dans les vaisseaux des centres périphériques dont le tonus persiste après la destruction de la moelle et peut être supprimé par l'excitation des nerfs érecteurs. L'objection de Rouget à la théorie de Kölliker est donc sans fondement.

Aussi bien le mécanisme invoqué par Rouget pour expliquer l'érection ne saurait-il être accepté. Il attribue ce phénomène à la contraction des faisceaux musculaires qui font partie intégrante des corps ca-

verneux et spongieux. Il se passe là, suivant cet observateur, ce qu'on voit dans tous les organes musculaires de l'économie : « la contraction débute par un point, généralement par une extrémité de l'organe, et se transmet ou tend à se transmettre de proche en proche. Dans le cas particulier du pénis, la contraction commencerait au niveau de la racine et peut-être plus haut au niveau des vésicules séminales ; le spasme se propagerait de là à toute la verge. Mais l'obstacle apporté au cours du sang dans les veines du plexus de Santorini par les premières contractions musculaires aurait pour effet immédiat la dilatation des aréoles du corps caverneux par le sang. La tension du liquide lutte énergiquement contre la tonicité musculaire jusqu'au moment où, l'éjaculation étant accomplie, le spasme s'éteint peu à peu dans les parties mêmes où il a débuté ; puis, la circulation redevenant libre, la contraction musculaire l'emporte enfin sur la tension du sang, chasse en partie ce liquide et ramène graduellement la verge à ses dimensions naturelles. »

Cette théorie, qui n'est qu'une variante de celle de Krause attribuant l'érection à un obstacle apporté au cours du sang veineux, a été définitivement ruinée par les recherches si démonstratives de Eckhardt et celles de Loven.

Eckhardt a ligaturé les veines efférentes du pénis : dans ces conditions, le pénis reste flaccide. D'autre part, cet auteur a comparé les quantités de sang qui s'écoulent par la veine honteuse interne (au delà de l'abouchement de tous les vaisseaux péniens) avant et pendant l'excitation des nerfs érecteurs. Il trouve cette quantité huit fois plus grande pendant l'exci-

tation qu'auparavant. Si le sang était retenu par la contraction des muscles lisses des aréoles, l'écoulement devrait être nul ou diminué.

Loven a, de plus, constaté au moment de l'érection, une élévation de la pression dans les veines efférentes de la verge; ce fait serait incompatible avec un rétrécissement empêchant la sortie du sang pénien et cadre, au contraire, parfaitement avec l'existence d'une vaso-dilatation.

L'augmentation de volume des aréoles, qui est le phénomène principal de l'érection, n'exclut pas, d'ailleurs, l'intervention des contractions musculaires à titre de cause adjuvante. Eckhardt a constaté que si la ligature des veines efférentes du pénis ne suffisait pas à provoquer l'érection, du moins leur occlusion préalable rendait plus efficace l'excitation du nerf érecteur. L'érection du gland, qui ne s'obtient pas par la simple excitation du nerf érecteur, se montre, au contraire, avec beaucoup de netteté après la ligature des vaisseaux efférents de la verge. Donc l'érection, chez la plupart des mammifères[1], paraît due essentiellement à la vaso-dilatation des aréoles du tissu érectile et accessoirement à la contraction de certains muscles volontaires qui gênent le retour du sang veineux.

6° *L'érection lymphatique.* — Chez certains individus, intervient un appareil qui s'ajoute au système

1. Chez certains animaux, les histologistes n'ont pas trouvé de fibres musculaires dans les parois aréolaires. Il n'est donc pas possible d'expliquer, dans ce cas particulier, l'érection par une diminution du tonus musculaire; l'ancienne théorie de Krause serait chez eux la seule capable de rendre compte de l'érection.

caverneux sanguin pour produire la turgescence pénienne. Tannenberg, en 1879, a décrit dans les organes copulateurs des oiseaux des corps bruns en forme de haricot et formés par un réseau très compliqué. Eckhardt, qui avait vu ces organes dès 1876 sans les décrire en détail, supposait néanmoins qu'ils entraient en jeu dans l'érection. R. Müller a repris récemment leur étude et a constaté qu'ils se dilataient par excitation des nerfs sympathiques. Si, pendant leur érection, on incise les corps de Tannenberg, ils laissent échapper de la lymphe : il se produit là une véritable érection lymphatique.

7° L'ÉRECTION CHEZ LA FEMELLE. — La femelle possède deux ordres d'organes constitués par du tissu érectile et qui peuvent se dilater au moment du coït : 1° le *clitoris*, situé à la partie supérieure et antérieure de la vulve ; 2° les *bulbes du vagin*, sorte de corps ovoïdes à base postérieure, placés sur les parties latérales de l'orifice vulvaire. L'ensemble de ces formations constitue un anneau complet à l'entrée du vagin. Leur turgescence pendant la copulation rend plus intenses les frottements de la verge contre la vulve.

D'après Rouget, l'excitation sexuelle provoquerait, en plus de la dilatation des aréoles clitoridiennes et bulbaires, une sorte d'érection des organes génitaux internes de la femme. Cette opinion est basée sur la présence au niveau de l'utérus d'artères enroulées en spirale (*artères hélicines*) semblables à celles de la verge ; cette disposition est, comme on le conçoit, destinée à permettre une augmentation de volume de l'organe. De plus, l'utérus et l'ovaire possèdent, au

dire de Rouget, un véritable corps spongieux. Ces organes sont, après la mort, affaissés dans la cavité pelvienne ; dans ces conditions, si, après avoir placé le bassin dans un bain chaud, on pousse par les veines ovariques une injection qui remplisse complètement les corps spongieux de l'ovaire et de l'utérus, on voit qu'au moment où l'injection distend le corps de la matrice, celui-ci se redresse dans l'axe du col et s'élève en quelque sorte dans le petit bassin. Ce changement de position s'accompagne d'une augmentation de volume et d'une modification très notable de la forme : l'utérus devient plus convexe en avant et en arrière et ses bords primitivement amincis s'arrondissent. Du côté de l'ovaire, des phénomènes analogues quoique moins prononcés sont tout aussi incontestables : tandis que la trompe conserve sa forme et son volume primitifs et n'exécute par elle-même aucun mouvement, on voit l'ovaire se soulever par la réplétion du plexus veineux, pendant que le corps spongieux qui le supporte comme une espèce de réceptacle se gonfle et semble naître de toutes pièces. Sans doute, ajoute Rouget, la dilatation vasculaire des organes génitaux de la femme est bornée aux bulbes et au clitoris : mais lorsque l'éréthisme vénérien arrive à son maximum d'intensité, l'érection se propage à la matrice et aux ovaires.

III. — La Copulation.

On appelle copulation l'acte par lequel un organe vecteur de spermatozoïdes entre en contact plus ou

moins intime avec l'appareil génital femelle pour déposer la cellule génératrice mâle au voisinage de l'ovule. Comme le fait remarquer de Varigny, il est difficile de donner de ce phénomène une définition qui convienne à tout le défini et au seul défini. L'union des sexes destinée à assurer la fécondation présente de multiples modalités et il est impossible de trouver une formule qui convienne à tous les cas particuliers. L'examen des divers modes de copulation est donc nécessaire pour donner une idée bien exacte de ce phénomène dans la série animale. La copulation doit être étudiée chez deux sortes d'animaux différents : chez les hermaphrodites et chez les individus unisexués.

Nous laissons volontairement de côté la conjugaison des êtres monocellulaires tels que les Protistes. Assurément, chacun de ces individus, à un certain stade de son évolution, peut s'unir avec un individu semblable pour donner naissance à un être nouveau. Mais cette fusion n'est pas l'équivalent de la copulation des métazoaires : ce serait plutôt un phénomène identique à la conjugaison de l'ovule et du spermatozoïde (fécondation).

1° La copulation chez les animaux hermaphrodites. — On appelle *hermaphrodite* ou *monoïque* un individu pourvu à la fois d'organes génitaux mâles et d'organes femelles. L'hermaphroditisme peut être *complet* ou *incomplet*. Il est complet, lorsque l'animal, pour se reproduire, se suffit à lui-même. Il est incomplet lorsque, malgré la possession des organes mâles et femelles, l'hermophrodite a besoin, pour se perpé-

tuer dans l'espèce, du secours d'individus autres que lui-même.

a) *Chez les animaux à hermaphroditisme complet,* il faut distinguer deux groupes : les uns ne copulent pas, les autres présentent le phénomène de l'*autocopulation.*

Chez les premiers, comme les Stéphanomies, par exemple, l'ovule et les spermatozoïdes sont jetés dans l'eau où vivent ces animaux; le hasard ou quelque tropisme inconnu met en présence les éléments générateurs qui se conjuguent (Milne-Edwards). Les spongiaires ont des éléments reproducteurs qui naissent dans le mésoderme aux dépens de cellules mères spéciales qui donnent les unes des ovules et les autres des spermatozoïdes. La fécondation se fait sur place; les spermatozoïdes doués de mouvements vont à la rencontre des ovules immobiles. Chez certains Cténophores, les éléments sexuels sont rejetés dans la cavité gastrique, et c'est là que s'opère leur union.

L'*autocopulation* serait la copulation de l'individu avec lui-même : chez le même animal, l'organe mâle apporterait les spermatozoïdes dans la poche copulatrice. A vrai dire, la preuve évidente de ce phénomène n'a jamais été fournie. Comme nous le verrons plus loin, ces animaux ont bien des appareils de copulation spécialisés, mais, d'habitude, ils s'unissent en séries linéaires, l'un étant mâle pour celui qui le précède et femelle pour celui qui le suit. Exceptionnellement, un individu peut se reproduire dans l'isolement le plus complet. De Varigny a vu une lymnée enfermée dès sa naissance dans un bocal se multiplier abondamment. Des faits de ce genre ont servi de

fondement à la théorie de l'autocopulation. Mais l'introduction du pénis dans la poche copulatrice chez la lymnée isolée n'a jamais été observée : il pourrait y avoir autofécondation et non autocopulation.

b) Dans les cas d'hermaphroditisme *incomplet*, l'individu, tout en ayant à la fois testicules et ovaires, a besoin de copuler avec un individu semblable à lui-même pour assurer la perpétuation de son espèce. Krohn a signalé un exemple remarquable de ce fait chez certains tuniciers (biphores). Ces animaux s'accouplent en grand nombre et forment de longues chaînes flottantes. Les ovules et les spermatozoïdes ne se développent pas simultanément chez le même sujet et chacun d'eux ne saurait, à la même époque de sa vie, remplir à la fois les fonctions de mâle et de femelle. Il s'établit donc chez ces individus une curieuse division du travail sexuel : dans le jeune âge, leurs ovaires étant développés et donnant des œufs, ils jouent le rôle de femelles; plus tard, l'ovaire s'atrophie, l'appareil testiculaire entre en activité et ils jouent le rôle de mâles. Chez les limaces, deux individus sont toujours nécessaires pour la fécondation : dans un premier accouplement, l'un sert de mâle à l'autre qu'il féconde. Quelques jours après, celui qui a été fécondé pond ses œufs et remplit à son tour la fonction de mâle pour féconder le second. Certains trématodes (*Diplozoon paradoxum*) s'unissent deux à deux dans un contact qui dure toute leur vie. L'adhérence se fait à l'aide de ventouses, le canal déférent de chacun des associés plongeant dans le vagin de l'autre.

2° La copulation chez les animaux dioïques. — Chez les animaux dioïques, c'est-à-dire chez ceux qui sont exclusivement mâles ou femelles, il faut, au point de vue de la copulation, considérer six cas particuliers : 1° l'absence totale de copulation; 2° la copulation hypodermique; 3° la copulation parasitaire; 4° la copulation par juxtaposition; 5° la copulation hectocotylaire; 6° la copulation avec pénis et vagin distinctement spécialisés.

a) Chez les animaux dioïques *qui ne s'accouplent pas*, tels que les poissons osseux, la fécondation est pour ainsi dire fortuite; les femelles déposent leurs œufs dans les bas-fonds, à l'abri des courants, et, plus tard, un mâle passant dans le même lieu peut y déposer sa laitance.

b) La copulation dite *hypodermique*, extrêmement rare d'ailleurs, n'est pas, à proprement parler, une copulation. Chez la *Glossina plana* (*clepsine*), le mâle laisse tomber sur le dos de la femelle un spermatophore d'où les spermatozoïdes sortent et se dirigent, en se frayant un chemin à travers les parois du corps, vers les ovules qu'ils doivent féconder. En d'autres termes, les cellules mâles (ou une formation d'où elles prendront naissance) sont placées sur la peau de la femelle et de là, grâce à un phénomène analogue à la diapédèse, elles peuvent s'insinuer entre les éléments anatomiques et se porter vers les cellules femelles que le hasard ou quelque tactisme leur font rencontrer (O. Whitman).

c) La *copulation parasitaire* s'observe chez certains *Géphyriens* unisexués (*bonellie*). Les cellules génitales se détachent des parois du corps, tombent dans une

cavité au voisinage de laquelle le mâle atrophié vit en parasite, fécondant de ses spermatozoïdes les œufs à mesure qu'ils se produisent.

d) Dans la *copulation par juxtaposition*, il n'existe pas le moindre appareil spécialisé ressemblant à un pénis ou à une poche copulatrice. Les animaux se juxtaposent dans un contact plus ou moins intime et excrètent à ce moment leurs cellules sexuelles respectives. Celles-ci, du fait de leur voisinage, ont toutes chances pour se rencontrer. Ce processus se trouve à l'état d'indication chez certains poissons qui, au moment du frai, frottent leurs faces ventrales l'une contre l'autre. Mais c'est chez les amphibiens (grenouille, crapaud) que la copulation par juxtaposition reçoit son degré le plus avancé de perfectionnement.

Le mâle au printemps monte sur le dos de la femelle, embrasse le thorax de celle-ci avec ses membres antérieurs et reste plusieurs jours uni à elle dans une étreinte très étroite. Les orifices des cloaques des deux animaux sont juxtaposés et, à mesure que les ovules sortent de l'anus de la femelle, le mâle expulse des spermatozoïdes. Donc les deux éléments se rencontrent et se conjuguent en dehors du corps des générateurs.

La grenouille mâle présente des particularités anatomiques et physiologiques qui sont des adaptations à ce mode d'accouplement. Les muscles de ses avant-bras sont très volumineux. Le pouce qui appuie for tement sur le thorax de la femelle pendant l'étreinte possède une callosité très marquée : celle-ci constitue, pour cet animal, un caractère sexuel secondaire qui différencie nettement le mâle et la femelle.

L'embrassement de la femelle par le mâle, probablement volontaire ou instinctif quand il commence, devient ensuite indépendant de toute influence cérébrale. Goltz a constaté que si on coupe la tête du mâle pendant qu'il est accouplé, il n'en continue pas moins son « embrassement spasmodique ».

Des recherches personnelles faites sur ce phénomène particulier nous ont montré que la région cervicale de la moelle possède d'*une manière permanente* chez le mâle de *R. esculenta et R. temporaria* un véritable centre destiné à la réalisation de l'accouplement. Si l'on coupe la moelle d'une grenouille mâle immédiatement au-dessous du bulbe, on constate, dès que les accidents convulsifs immédiats ont cessé, que l'animal entoure de ses membres antérieurs tout objet de dimensions convenables, et plus particulièrement un doigt de l'expérimentateur, placé sur son thorax. La signification de cette constriction apparaît d'une manière plus saisissante si on place la grenouille mâle opérée sur le dos d'une autre grenouille. L'animal à section sous-bulbaire de la moelle enserre le thorax de sa congénère entre ses membres antérieurs et reste plusieurs heures dans cette attitude sans desserrer son étreinte. Si la grenouille embrassée essaie de fuir, l'autre serre plus fort. Il est évident que si la grenouille embrassée réussit à se dégager, la grenouille à section sous-bulbaire ne fait aucun effort pour la ressaisir. Tout mouvement spontané lui est impossible : l'étreinte peut être réflexe, mais non volontaire.

L'embrassement spasmodique s'observe à toute période de l'année dans les conditions expérimentales que nous venons de définir. Nous avons expérimenté

sur environ 200 mâles de grenouilles, depuis le mois d'octobre 1908 jusqu'en novembre 1909, et constaté qu'à tous les moments de cette période les mâles étaient susceptibles de présenter le réflexe de l'embrassement.

Ce phénomène est particulier aux mâles adultes : la section sous-bulbaire de la moelle pratiquée par nous sur environ 200 femelles ne nous a jamais permis d'observer l'embrassement chez ces dernières. Les mâles très jeunes à moelle sectionnée au-dessous du bulbe ne présentent pas non plus l'étreinte spasmodique; nous avons examiné 14 jeunes mâles pesant de 15 à 25 grammes : ils se comportaient tout à fait comme les femelles. Nous avons également pratiqué la section sous-bulbaire de la moelle chez 4 grenouilles mâles pesant de 34 à 40 grammes; après l'opération, elles étreignaient les objets qu'on plaçait sur leur thorax; mais cette constriction n'était pas aussi énergique que chez le mâle adulte pesant de 50 à 60 grammes. On peut donc conclure de ces faits que le réflexe de l'embrassement manque chez la femelle, qu'il n'apparaît pas encore chez les mâles très jeunes et qu'il commence à se manifester chez les sujets se rapprochant de l'état adulte.

Il est évident que le phénomène de l'embrassement spasmodique peut s'observer dans toutes les conditions où, comme dans la section sous-bulbaire de la moelle, on supprime l'influence des centres encéphaliques sur les segments de névraxe situés au-dessous d'eux.

Par exemple, la décapitation complète (à condition que la moelle cervicale ne soit pas lésée) fait ap-

paraître le réflexe. De même, un coup très violent donné sur la tête de la grenouille produit un état de choc qui dure environ vingt minutes et pendant lesquelles l'animal enserre énergiquement entre ses membres antérieurs tout objet qu'on lui présente.

Le phénomène de l'embrassement spasmodique persiste pendant sept ou huit jours après la section sous-bulbaire de la moelle, c'est-à-dire autant que la grenouille survit à l'opération qu'elle a subie. Durant toute cette période, il suffit de mettre deux doigts entre ses membres antérieurs pour sentir une constriction énergique qui augmente si on essaie de faire lâcher prise.

Comme on peut bien le supposer, le centre du réflexe de l'embrassement a son siège dans la moelle cervicale; il suffit, d'une part, de détruire celle-ci sur une étendue de 2 ou 3 millimètres au-dessous du bulbe pour faire cesser le réflexe de l'embrassement. D'autre part, si on fait une section immédiatement au-dessous du bulbe et une autre entre la troisième et la quatrième vertèbre cervicale, le phénomène peut encore se manifester.

Nous avons cherché quel était le mode de fonctionnement de ce centre médullaire. Les excitations portant sur la peau du thorax et de l'abdomen font apparaître très facilement le réflexe. Il suffit même, comme nous l'avons dit, pour que celui-ci soit possible, de laisser la moelle en relation avec les membres supérieurs.

Pendant la durée de l'étreinte, l'attouchement de diverses régions de la peau ne produit généralement aucun effet. Si, au contraire, on exerce une traction

sur l'animal pour lui faire lâcher prise, son étreinte devient plus énergique : il semble donc que, dans ce cas, ce soit la sensibilité profonde [musculaire, articulaire ou osseuse] qui ait été le point de départ d'un réflexe provoquant un surcroît d'activité du centre cervical médullaire.

On peut se demander si la présence du testicule est nécessaire pour entretenir l'excitabilité du centre médullaire chez l'animal décérébré. Les résultats de la section de la moelle au-dessus et immédiatement au-dessous du centre résolvent en partie ce problème. Il est évident que, dans ces conditions, il fonctionne en l'absence de toute excitation nerveuse venue du testicule. Nous avons aussi examiné la question de savoir si le testicule n'entretient pas par voie humorale une hyperexcitabilité du centre de l'embrassement. Les expériences relatives à ce sujet seront relatées dans la deuxième partie de ce travail.

Il reste encore un point à élucider. Nous avons démontré l'existence dans la moelle d'un centre permanent de l'embrassement spasmodique qui fonctionne à n'importe quel moment de l'année quand il est séparé du cerveau. Quelle est donc la portion de l'encéphale qui, chez l'individu normal et en dehors de la période des amours, exerce sur le centre de l'embrassement une action inhibitrice constante? Nous avons ouvert la boîte crânienne de 10 grenouilles et procédé à des coupes sériées dans la masse nerveuse encéphalique. La destruction des lobes olfactifs et des lobes optiques ne provoque pas l'apparition du réflexe de l'embrassement; mais dès que la coupe inté-

resse le cervelet, la grenouille étreint vigoureusement tout objet placé entre ses membres antérieurs. Le cervelet, on le sait, consiste chez les batraciens en une bande transversale de substance nerveuse située à la partie antérieure de la face supérieure du bulbe. En laissant intactes toutes les autres régions de l'encéphale, il suffit de dilacérer avec une pointe d'épingle la partie médiane de cette bande transversale : l'embrassement spasmodique se produit. C'est donc le cervelet qui, chez la grenouille, inhibe d'une manière permanente l'activité du centre médullaire présidant à la copulation. Nous nous trouvons ici en présence d'un cas particulier de l'influence inhibitrice exercée par les ganglions de l'encéphale sur les réflexes médullaires.

5. La copulation hectocotylaire. — Elle s'observe chez les gastéropodes. Le pénis n'existe pas, mais un des bras se transforme en *hectocotyle.* Il se remplit de spermatophores qu'il abandonne à la femelle sans intronisation véritable dans une poche copulatrice. Ce processus constitue la transition entre la copulation chez la grenouille et chez les mammifères.

6. La copulation avec pénis et vagin distinctement spécialisés. — Les animaux qui présentent ce mode de copulation sont pourvus le mâle d'un pénis et la femelle d'un vagin. L'introduction de la verge dans la poche copulatrice est facilitée par des sécrétions particulières apparaissant chez le mâle et la femelle. Avant l'enfoncement du pénis dans le vagin et sous l'influence du désir vénérien, il apparaît

au niveau du méat urinaire, chez le mâle, une sérosité incolore qui vient de la prostate et des glandes de Méry. Chez la femme, la vulve est le siège d'une sécrétion abondante qu'on voit sourdre sur la face interne de la grande lèvre, au niveau de l'orifice de la glande de Bartholin. Les glandes vulvo-vaginales, en effet, entrent en activité au moment où va commencer le coït. Kuliabko, qui a examiné des glandes de Bartholin recueillies en période de frigidité sexuelle et immédiatement avant l'accouplement, a trouvé, dans ce dernier cas, l'épithélium très différent de celui du repos : chez la femelle en état d'excitation génitale, les cellules des culs-de-sac sont volumineuses et pleines de grains de ségrégation.

Indépendamment de ces sécrétions qui se montrent particulièrement abondantes sous l'influence du désir vénérien, il existe une sécrétion permanente de produits caséeux (smegma préputial de l'homme) qui peut intervenir au moment de la copulation pour favoriser la pénétration de la verge dans le vagin et ses mouvements dans cette cavité.

Une fois que la verge a pénétré dans le vagin, elle exécute d'habitude des mouvements de va-et-vient. D'autres fois, au contraire, elle demeure immobile fixée par des appareils spéciaux dans la poche copulatrice. Ainsi la verge de certains papillons, par exemple de la pyrale de la vigne, formée par le spermiducte qui se renverse en dehors, est hérissée de nombreux aiguillons qui s'introduisent facilement en faisceau, mais qui se redressent ensuite et s'accrochent si solidement dans le vagin qu'on ne peut en retirer l'organe mâle. Chez d'autres insectes, il existe

des appareils de forme variée annexés à l'organe copulateur : des vésicules, des pinces, des crochets, des espèces de cornes, etc. Il en est de même pour certains mammifères. Le chien possède deux bulbes érectiles qui se gonflent énormément pendant le coït en avant des muscles bulbo-caverneux et rendent impossible, jusqu'au moment où ils s'affaissent, la disjonction des sexes.

La femelle accouplée peut soit demeurer passive, soit exécuter trois sortes de mouvements : 1° *des mouvements du bassin* destinés à produire le frottement de la verge contre les parois vaginales ; 2° *des contractions des muscles du plancher pelvien et du bulbo-caverneux.* Ce dernier muscle enserre la verge du mâle et rend le contact plus intime entre l'organe viril et la poche copulatrice. Il est parfois chez la femme atteint d'un véritable spasme (*vaginisme inférieur*) et produit alors le phénomène du *penis captivus.* D'autre part, la contraction du bulbo-caverneux a normalement pour effet de comprimer et de dégorger la glande de Bartholin. Enfin ce muscle abaisse le clitoris et permet ainsi, dans l'espèce humaine en particulier, le frottement de la face dorsale de la verge contre l'organe érectile ; 3° *des contractions utérines* dont l'existence aurait été constatée par Beck chez une femme atteinte de prolapsus de la matrice et dont l'orifice du museau de tanche se dilatait rythmiquement cinq ou six fois par seconde sous l'influence de l'excitation génitale.

Au dire des vétérinaires, chez la vache et la brebis, le col de l'utérus s'ouvrirait largement pendant le coït (et même pendant le rut) et laisserait pénétrer dans

sa cavité l'organe copulateur long et grêle du bœuf et du bélier.

L'attitude des mammifères qui copulent est variable suivant les espèces. En général, le mâle se dresse sur les membres postérieurs et se maintient sur la croupe de la femelle à l'aide des membres antérieurs. Le cheval flaire préalablement la jument au pourtour de la vulve, aux crins et au flanc; il hennit, relève spasmodiquement la lèvre supérieure, dilate fortement les naseaux et la fausse narine, mord quelquefois la femelle; sa respiration extrêmement saccadée met en une sorte de convulsion les muscles du thorax et de l'abdomen. Le dromadaire, d'après F. Cuvier, « saisit au cou la femelle avec les dents et la force à se coucher sur ses quatre membres, malgré les cris qu'elle jette ». Le chat se cramponne sur la femelle en la mordant à la tête et en lui enfonçant ses griffes dans la peau; aussi la chatte fait-elle alors entendre des cris de douleur plus ou moins répétés. Les porcs dont l'accouplement est très prolongé écument souvent pendant cet acte, suivant la remarque de Pline, et, si l'on en croit Aristote, se couchent quelquefois pour coïter, lorsqu'ils arrivent à un âge avancé. L'ours prend aussi, dit-on, la même attitude. Aristote prétend que les hérissons se tiennent debout ventre à ventre. Le chien, une fois l'introduction du pénis effectuée, oppose directement sa croupe à celle de la femelle; les bulbes qui sont très gonflés en avant du muscle constricteur du vagin restent profondément enfoncés dans la poche copulatrice malgré l'attitude prise par l'animal. L'opposition des croupes pendant le coït s'observerait encore, d'après Pline, chez les loups et les phoques.

Les modifications des diverses fonctions pendant le coït n'ont pas été l'objet de nombreuses recherches; on comprend, d'ailleurs, toute la difficulté de ce genre d'étude. Parmi les faits clairement établis, il convient de citer l'accélération et l'augmentation d'amplitude de la respiration et l'accélération des battements cardiaques.

Après l'accouplement, le pénis revient à son attitude de repos et rentre dans son enveloppe cutanée. Chez beaucoup d'animaux, l'homme en particulier, cet acte est passif. Chez d'autres, tels que le taureau, il existe deux muscles grisâtres qui s'étendent de la verge au pubis et qui, par leur contraction, provoquent la réintégration de l'organe dans son fourreau (1).

Certaines femelles ont après le coït des spasmes vaginaux extrêmement violents et peuvent rejeter le sperme éjaculé par le mâle. Dans cette catégorie, on peut ranger l'ânesse que, déjà du temps d'Aristote, on frappait énergiquement après l'accouplement pour la faire courir, calmer son excitation et empêcher la réjection du sperme. Encore de nos jours, les éleveurs font courir la bête après la copulation ou essaient de diminuer l'éréthisme violent de ses organes génitaux par aspersion d'eau froide sur son dos.

1. Mislawsky a démontré que ces muscles peuvent être excités par le sang asphyxique, même si leurs nerfs moteurs, les nerfs érecteurs, sont sectionnés. La faradisation du pneumogastrique les fait contracter, par suite de l'asphyxie momentanée qui se produit dans les tissus privés de circulation pendant l'arrêt du cœur. On n'observe pas la contraction des rétracteurs du pénis quand, pendant une chute de la pression artérielle, le cœur continue ses battements et que, de ce fait, le sang reste oxygéné.

IV. — L'Éjaculation.

On appelle éjaculation l'expulsion d'un liquide crémeux appelé sperme, tenant en suspension les spermatozoïdes et sortant par le méat urinaire.

1. Caractères du phénomène. — Lorsque la copulation dure depuis un certain temps, la sensation de plaisir provoquée par les frottements de la verge contre la vulve et les parois vaginales atteint un paroxysme. Le sperme est alors projeté dans le vagin par jets saccadés. La quantité de liquide excrété est variable suivant les espèces et, dans une même espèce, suivant des conditions mal définies. En général, l'homme expulse dans le vagin féminin 4 à 5 centimètres cubes de sperme. Celui-ci est lancé d'habitude sur les parois externes du col utérin, sur son orifice et dans les culs-de-sac vaginaux. Nous avons vu que, chez le taureau et le bélier, l'extrémité du pénis pénètre dans la portion cervicale de la matrice de la vache et de la brebis : le liquide éjaculé se déverse donc dans la cavité du col utérin. Chez d'autres animaux, la liqueur séminale est mise en réserve par la femelle et sert pendant un temps souvent très long à féconder un grand nombre d'œufs ; chez les insectes, par exemple, une partie du vagin se dilate en réservoir et forme la *poche copulatrice*, destinée à recevoir le sperme et à le conserver. Comme on le sait, en effet, certains animaux de cette classe ne copulent qu'une

fois dans leur vie; le mâle meurt presque immédiatement après le coït et la femelle continue, néanmoins, à pondre des œufs *fécondés* et susceptibles de se développer complètement. Les ovules sont mis au contact des spermatozoïdes par les contractions de la poche copulatrice qui fait refluer le sperme vers les cellules femelles.

Comme nous l'avons dit plus haut, la sensation de plaisir existant déjà pendant le coït prend, au moment de l'éjaculation, un caractère extrêmement aigu et mérite plus spécialement le nom de volupté. Cette sensation est très difficile à caractériser et les diverses définitions qui en ont été données par les psychologues modernes ne valent guère mieux que celle de Cicéron : « *Voluptatis verbo omnes, qui latine sciunt, duas res subjiciunt, laetitiam in animo, commotionem suavem jucundidatis in corpore* ». L'observation interne seule peut nous renseigner sur la nature exacte de cet état particulier.

On s'est demandé si la volupté est la cause ou le résultat de l'éjaculation. Il ne semble pas que le passage du sperme dans l'urèthre antérieur soit nécessaire pour produire cette sensation. La femme, en effet, n'a pas d'éjaculation et peut éprouver à la fin du coït un paroxysme de jouissance analogue à celui de l'homme. De même, l'enfant qui n'éjacule pas encore ressent par la masturbation une volupté aussi intense que l'adulte qui éjacule. Les sensations voluptueuses survenant à un certain moment du coït ne sont donc pas provoquées par l'éjaculation. C'est celle-ci, au contraire, qui paraît résulter de l'excitation centripète extrêmement aiguë qui caractérise l'orgasme vénérien.

2. Le sperme. — *a*) *Caractères physiques.* Le sperme est un liquide épais, filant, d'une couleur blanchâtre, d'un poids spécifique plus grand que celui de l'eau et d'une odeur particulière comparée à celle qu'exhale la râpure d'os. Il est soluble dans l'eau et dans les acides et se coagule sous l'influence de l'alcool. Abandonné à lui-même, il laisse déposer des prismes à quatre pans, terminés par de longues pyramides quadrangulaires et groupés en étoiles, qui sont du phosphate de chaux ou du phosphate ammoniaco-magnésien; puis il se dessèche en une lamelle jaunâtre, fendillée, insoluble dans l'eau. Chez certains animaux tels que le cobaye, le sperme expulsé hors des vésicules séminales se coagule presque immédiatement; nous verrons plus loin l'explication de ce phénomène. Soumis à l'action de la chaleur, le sperme donne naissance à de l'ammoniaque et dégage une odeur de corne brûlée.

L'observation la plus superficielle suffit pour démontrer que, dans le liquide de l'éjaculation, une matière blanche et opaque est mêlée en proportions variables à une matière plus translucide. De là résulte la demi-transparence du liquide séminal qui est d'autant plus clair, comme Haller l'avait déjà remarqué, que le sujet est plus faible ou que l'acte dans lequel il est évacué est plus souvent répété. Cela tient à ce qu'alors le liquide rejeté renferme beaucoup plus d'humeur prostatique que le sperme ordinaire. E. Godard, au dire de Longet, a fait dans les haras du Poitou, « des recherches sur le liquide éjaculé par les étalons et les baudets dans les différentes saillies successives d'une même journée. Il a constaté que le sperme, qui était

épais, très opalin, de couleur ambrée dans la première monte, devenait de plus en plus clair et de moins en moins épais, de telle sorte qu'à la quatrième saillie ce liquide était absolument comme de l'eau, et contenait à peine quelques animalcules. Aussi était-il aisé, à la vue seule, de distinguer le sperme éjaculé par le même animal aux divers moments de la journée. D'après le même observateur, la semence de la première monte du matin aurait seule des propriétés fécondantes certaines ; et, dans les haras, il serait avantageux de ne faire faire au même animal qu'une saillie par jour ».

b) Composition chimique. — La composition chimique du sperme paraît avoir été déterminée pour la première fois par Vauquelin et ensuite par Berzélius. L'analyse suivante de Vauquelin se rapporte au liquide séminal de l'homme :

Eau....................	90	p. 100
Matières organiques..........	6	—
Matières minérales...........	4	—

Les matières organiques du sperme sont nombreuses et complexes. On y trouve essentiellement de la *spermatine*, de la *spermine*, une *nucléo-albumine*, de la *protamine* et autres composés divers (cérébrine, lécithine, cholestérine, graisses).

c) Ferments du sperme. — Longet a signalé dans le liquide séminal la propriété qu'il possède d'émulsionner les corps gras. Si on mêle avec le sperme une matière grasse préalablement reconnue neutre (de l'huile

d'olive par exemple) et si on les agite ensemble, le mélange se transforme aussitôt en un liquide semblable à du lait. Cette émulsion est tellement parfaite que, jusqu'au moment même de la putréfaction, le liquide blanchâtre, crémeux, ne change pas d'apparence. Le sperme ne doit pas sa propriété émulsive à son alcalinité. L'émulsion se produit même avec le sperme acidifié par l'acide acétique. Cette action particulière exercée par le liquide séminal sur les corps gras et analogue à celle du suc pancréatique est vraisemblablement de nature fermentaire.

Les recherches de L. Camus et F. Gley ont démontré l'existence, dans certains spermes, de ferments coagulants. On sait que le sperme de cobaye sort coagulé du canal de l'urèthre ou qu'il se coagule très rapidement à l'air et même dans le vagin de la femelle; sa prise en masse dans cette dernière cavité constitue ce que les zoologistes ont appelé le *bouchon vaginal* des rongeurs. Le liquide qui, dans le sperme total, est susceptible de se coaguler provient des vésicules séminales. Le phénomène n'est pas spontané, car, conservé à l'air, le produit de la sécrétion vésiculaire se dessèche mais ne coagule pas. Si, au contraire, on prélève un peu de suc prostatique avec une pipette enfoncée au milieu des acini glandulaires et si on le met en contact avec le liquide des vésicules, celui-ci se coagule immédiatement. Le coagulum devient blanc cireux, analogue à de la bougie; un peu plus tard, on voit sourdre à sa surface quelques gouttelettes qui représentent, par conséquent, le sérum extrait du caillot. Le liquide prostatique, chauffé quinze minutes à 70°, perd son action coagulante sur le liquide vésicu-

laire. Donc c'est un acte fermentaire qui provoque la coagulation et, conformément à la terminologie habituellement adoptée pour les ferments, les auteurs l'appellent *vésiculase.* Ce ferment est spécifique; ni la présure, ni la fibrin-ferment ne peuvent le remplacer. Les oxalates, la peptone n'empêchent pas l'action de la vésiculase. Inversement, la vésiculase ne coagule ni le sang, ni le lait.

L. Camus et Gley ont observé, chez le hérisson, des phénomènes analogues à ceux qu'ils ont décrits chez le cobaye. Le hérisson possède une glande volumineuse située de chaque côté de l'anus, dans la fosse ischio-rectale; c'est la prostate externe. Une goutte de liquide retiré de cette formation coagule le contenu des vésicules séminales. C'est la *vésiculase e* provenant de la prostate externe, par opposition à la *vésiculase i* qui est fournie par la prostate interne du cobaye.

Enfin, ces auteurs ont encore découvert une vésiculase dans le liquide prostatique du myopotame; cette vésiculase réagit sur le liquide vésiculaire du cobaye et, réciproquement, le liquide prostatique du cobaye coagule le liquide vésiculaire du myopotame.

En plus du pouvoir coagulant, L. Camus et E. Gley ont signalé le pouvoir *agglutinant* de la sécrétion prostatique du hérisson et du myopotame. Mise en présence de globules rouges, une goutte de suc prostatique provoque l'agglomération de ceux-ci en petits amas; c'est une réaction analogue à celle qui fait agglutiner les bacilles d'Eberth en présence d'une goutte de sérum de typhique (*séro-diagnostic de Widal*).

d) *Sécrétion du sperme.* — Le sperme est, comme nous l'avons dit, un liquide complexe provenant de la sécrétion de plusieurs glandes.

Une partie prend son origine dans le *testicule*. Cet organe fournit, en même temps que les spermatozoïdes, un liquide de couleur très légèrement ambrée ; on peut l'obtenir à l'état de pureté par la compression du testicule partagé en deux : à la surface de section perle la liqueur testiculaire. On trouve encore celle-ci au niveau de l'épididyme et du canal déférent (mélangée peut-être à une sécrétion propre de ces parties) ; c'est elle qui forme dans le sperme éjaculé des grumeaux d'autant plus volumineux que le sujet se livre plus rarement au coït.

En ce qui concerne la participation des *vésicules séminales* à l'élaboration du sperme, elle avait déjà été soupçonnée par Haller. Les données de l'anatomie comparée et les recherches modernes ont confirmé cette manière de voir. Ainsi, chez certains animaux, les vésicules séminales sont tout à fait indépendantes des canaux déférents et s'ouvrent dans l'urèthre par un conduit distinct du canal excréteur du testicule. Chez l'homme, on trouve, d'après les observations de E.-H. Weber, moins de spermatozoïdes dans un centimètre cube de sperme vésiculaire que dans le même volume de sperme déférentiel ; donc, au niveau des vésicules, la sécrétion testiculaire a été diluée par une sécrétion propre de ces réservoirs. Les constatations de Weber sont conformes aux résultats récemment publiés par Saburo Akutsu ; l'épithélium vésiculaire, examiné au microscope, présente des aspects particuliers traduisant une activité sécrétoire.

Steinach, en 1894, a vu que l'extirpation des vésicules séminales diminue chez le rat blanc le pouvoir de reproduction. Cet auteur suppose que le contact du liquide vésiculaire confère au sperme son pouvoir fécondant. E. Gley a vérifié sur le cobaye ayant subi l'ablation des vésicules séminales cette diminution d'aptitude à la reproduction et pense plutôt attribuer ce fait à des causes d'ordre mécanique, « soit que la coagulation intravaginale des produits éjaculés par le mâle constitue un phénomène nécessaire à la fécondation... par la rétention du sperme dans le vagin qu'il détermine fatalement, — soit que, à la sécrétion testiculaire proprement dite et de l'épididyme, peu abondante, doivent s'ajouter, pour que les spermatozoïdes soient entraînés jusque dans le vagin, celles beaucoup plus abondantes, de la prostate et des vésicules ».

Une autre glande qui possède un rôle très important dans la formation du sperme est la *prostate.* On sait que les conduits excréteurs de cette glande débouchent dans l'urèthre prostatique au voisinage des canaux éjaculateurs. Il suffira donc d'ouvrir l'urèthre dans cette région et d'exciter certains nerfs appropriés pour constater la réalité de la sécrétion de la prostate. Eckhardt par la faradisation de nerfs érecteurs, chez le chien, a provoqué l'apparition dans la portion membraneuse de l'urèthre d'une quantité abondante de suc prostatique. Mislawsky et Borman, confirmés par Poussep et Weckers, ont obtenu le même résultat par l'excitation du nerf hypogastrique qui, comme on le sait, unit le ganglion mésentérique inférieur au plexus hypogastrique. Poussep a étudié l'influence des centres nerveux et des nerfs

sensitifs sur la sécrétion prostatique. La faradisation de l'écorce à un centimètre de la scissure inter-hémisphérique chez le chien et à un demi-centimètre en arrière de la scissure cruciale provoque la sécrétion de la prostate. L'excitation du bout central du sciatique et du pneumogastrique donne une sécrétion réflexe. Les filets vaso-dilatateurs de la prostate, étudiés par Weckers, viennent des nerfs érecteurs et des nerfs hypogastriques : l'excitation de ces troncs (bout périphérique) donne une augmentation de volume de la glande facilement vérifiable par l'inscription pléthysmographique.

G. Walker, en 1901, a extirpé sur le rat blanc les lobes antérieurs de la prostate : cette opération ne modifie pas l'appétit sexuel, mais, dans un certain nombre de cas, le pouvoir fécondant est soit diminué, soit totalement aboli. L'extirpation totale de la prostate supprime la possibilité de fécondation, bien que le microscope, au dire de cet auteur, ne révèle aucune lésion structurale des testicules.

N. Serrallach et M. Parès (1907), ont pratiqué chez le chien l'ablation de la prostate et observé après cette opération l'arrêt de la spermatogénèse, de la sécrétion des vésicules séminales, des glandes de Méry et des glandes balano-préputiales. Nous verrons ultérieurement quel est le mécanisme de ces effets consécutifs à la prostatectomie qui, comme on le conçoit, entraîne la stérilité de l'animal ainsi opéré.

Enfin, il faut signaler comme participant probablement à la formation du sperme les deux *glandes de Méry*. Celles-ci appartiennent à l'appareil génital, comme le prouve leur développement à la puberté,

leur atrophie chez les castrats, leur réduction pendant l'hiver et leur augmentation de volume à l'époque du rut chez les hibernants. Elles sécrètent un liquide visqueux, transparent et albumineux. Elles sont logées dans la tunique striée de l'urèthre; la contraction des fibres musculaires qui entourent ces glandes pourra donc s'ajouter à la *vis a tergo* pour faire progresser leur produit de sécrétion.

3. Mécanisme de l'éjaculation. — Le mécanisme de l'excrétion du sperme hors des voies sexuelles doit être étudié à deux points de vue particuliers, l'un analytique, l'autre synthétique : il convient donc, tout d'abord, d'examiner successivement les divers facteurs qui peuvent favoriser la progression des liquides élaborés; ensuite nous montrerons comment ces facteurs combinent leur action pour produire l'éjaculation proprement dite.

a) Énumération des forces susceptibles de provoquer la progression du sperme.

La vis a tergo. — Les sécrétions génitales, comme toutes celles de l'économie, sont chassées loin de l'épithélium qui leur a donné naissance par une force spéciale appelée la *vis a tergo*. Par le seul fait de son travail sécrétoire, la glande communique une certaine pression au liquide sécrété. Celle-ci peut, dans certaines conditions, acquérir une valeur considérable, supérieure à celle du sang : Ludwig, en reliant à un manomètre le canal de Wharton pendant l'excitation de la corde du tympan, a démontré que la salive sécrétée faisait équilibre à une pression

de 20 à 22 centimètres de mercure. Il est possible que le testicule, la vésicule séminale, la prostate et les glandes de Méry communiquent au liquide qu'elles chassent une pression analogue.

Le rôle des canaux déférents. — Ces conduits sont, on le sait, pourvus d'une tunique de fibres musculaires lisses; il est donc naturel de penser qu'ils ont un rôle actif dans la progression du sperme.

D'après Fick (1855) et Loeb (1866), les excitants électriques, mécaniques et thermiques portés sur le canal déférent du chien produisent une contraction locale; mais celle-ci, comme on le comprend aisément, est plutôt propre à gêner qu'à favoriser le cheminement du sperme vers l'urèthre.

E.-H. Weber a observé des mouvements péristaltiques apparaissant sur le canal déférent du lapin excité électriquement. Budge (1858) a fait des constatations analogues par la faradisation de certaines racines de la moelle. S. Akutsu (1903) a confirmé sur le cobaye les faits établis par les deux auteurs précédents chez le lapin. Or on sait que les mouvements péristaltiques d'un conduit font progresser la substance qu'il contient; le canal déférent intervient donc efficacement dans le cheminement du sperme.

Le rôle des vésicules séminales. — Les vésicules séminales sont deux poches musculeuses dont la contraction semble devoir chasser énergiquement les liquides qui y sont inclus. L'expérience, en effet, vérifie parfaitement cette supposition. Pour se rendre compte de la contractilité de ces réservoirs, l'animal de choix est le cobaye. L'abdomen d'un mâle, *isolé*

depuis quelque temps de la femelle, est ouvert sur la ligne médiane et on dégage nettement les vésicules séminales, volumineuses chez cet animal, derrière la vessie. Ensuite on soulève le rectum pour tendre son méso; le nerf éjuculateur est inclus dans cette lame péritonéale. Le méso est donc chargé en masse sur des électrodes et excité par un courant faradique. On voit bientôt les vésicules se contracter avec énergie, tandis qu'il sort, par le méat urinaire, un liquide blanchâtre et se coagulant presque immédiatement. Nous avons donc saisi sur le vif l'action de propulsion exercée par les vésicules séminales sur le sperme. Eckhardt, par l'excitation du nerf érecteur chez le chien, a obtenu des résultats analogues à ceux que l'on observe par excitation du nerf éjaculateur chez le cobaye.

Le rôle du bulbo-caverneux. — L'urèthre, dans la partie de son trajet qui correspond au bulbe du corps spongieux, est pourvu d'un muscle, le bulbo-caverneux, qui forme au canal une enveloppe presque circulaire. Sa contraction comprime le canal uréthral et l'on admet, qu'à ce titre, elle peut chasser le sperme vers l'extérieur. A la fin de l'éjaculation, on a parfaitement la sensation de contractions spasmodiques et rythmées s'effectuant dans le bulbo-caverneux; mais le raisonnement semble indiquer que le rétrécissement de l'urèthre comprimé par ce muscle gêne le passage du sperme plutôt qu'il ne favorise sa progression. Le rôle du bulbo-caverneux pourrait consister tout au plus à débarrasser, à la fin de l'éjaculation, le bulbe de l'urèthre (portion dilatée du canal), du sperme qui s'y est accumulé. Toutefois

il faut bien se rendre compte qu'une contraction semblable chasse le liquide séminal aussi bien en arrière qu'en avant. Aussi, l'appellation donnée à ce muscle de *accelerator urinæ, ejaculator seminis,* pourrait n'être pas aussi justifiée qn'on a coutume de le croire.

Rôle des muscles du plancher pelvien. — Enfin les muscles du plancher plevien, le releveur de l'anus en particulier, peuvent intervenir efficacement pour faire progresser le sperme. Leur contraction produit un soulèvement du plancher qui comprime la prostate, les vésicules et l'urèthre et contribue à chasser à l'extérieur leur contenu.

b) Manière dont se combinent ces diverses parties pour produire l'éjaculation.

L'analyse des facteurs qui font progresser le sperme est chose relativement facile, mais on comprend combien il est malaisé, en pratique, de saisir le mode de combinaison de ces divers facteurs mécaniques dans l'acte complexe de l'éjaculation. C'est que, en effet, pour assister à ce phénomène tel qu'il est normalement, il faudrait, d'une part, que l'animal copule et, d'autre part, que les diverses parties de l'appareil éjaculateur soient dénudées pour rendre commode l'observation de leurs mouvements, deux conditions absolument incompatibles. Assurément, on dit que l'excitation du nerf éjaculateur produit l'*éjaculation,* mais on sait bien qu'il s'agit là uniquement de la *contraction des vésicules séminales* qui n'est qu'un des éléments de l'éjaculation proprement dite.

Néanmoins, si nous ne connaissons pas le mécanisme de ce phénomène, il est possible d'en fournir une explication très vraisemblable et rendant bien compte des faits connus; telle est l'ingénieuse conception proposée par E. Gley. Les liquides testiculaire, vésiculaire et prostatique sont sécrétés pendant tout le temps du coït et chassés (par la *vis a tergo*, les contractions du canal déférent et celles des vésicules séminales) dans la portion prostatique de l'urèthre. Là, ils sont retenus en avant par le sphincter uréthral, et en arrière par une formation érectile très dilatée, oblitérant l'urèthre pendant le coït et appelée *veru montanum*. Il s'effectue donc en cet endroit une mise en tension du sperme. Au bout d'un certain temps, la pression de ce liquide devient tellement élevée qu'elle force la résistance du sphincter uréthral. De ce fait, le sperme est violemment projeté dans l'urèthre antérieur. Mais le sphincter se contracte de nouveau et arrête l'écoulement. Peu de temps après, il se relâche encore et, par une série d'alternatives d'activité et de repos, il laisse échapper le liquide séminal par jets saccadés. — Peut-être faudrait-il faire une part, dans cette irruption intermittente du sperme, aux contractions rythmées qu'il est facile d'observer au niveau des muscles du périnée, au moment de l'orgasme vénérien; mais, pour être efficaces, ces contractions doivent évidemment se produire dans les intervalles de repos du sphincter uréthral.

4. Rôle du système nerveux. — La contraction des divers muscles qui produisent l'éjaculation est sous le contrôle d'un appareil nerveux spécial, com-

prenant des nerfs centrifuges, des centres nerveux et des nerfs centripètes.

a) *Nerfs centrifuges.* — Les voies centrifuges ne sont pas les mêmes chez les divers animaux. Chez le chien, l'excitation des nerfs érecteurs (Eckhardt) provoque l'éjaculation. Chez le cobaye et le lapin, comme l'ont montré les recherches de M. Lœb en 1866 et celles de Rémy en 1886, l'excitation des nerfs hypogastriques produit la contraction des vésicules séminales. Les nerfs hypogastriques naissent d'un petit amas nerveux situé au-dessous de l'artère mésentérique inférieure : c'est le ganglion mésentérique inférieur. Saburo Akutsu a obtenu l'éjaculation chez les cobayes par la faradisation des nerfs aortiques; ceux-ci se rendent au ganglion mésentérique inférieur où ils font un relais, comme il est facile de s'en rendre compte par la nicotinisation du ganglion (Langley). On sait, en effet, que la nicotine paralyse les neurones ganglionnaires et laisse intact le fonctionnement des fibres qui ne font que traverser le ganglion. L'excitation du nerf aortique après la cocaïnisation du ganglion mésentérique inférieur devient inefficace. Les fibres s'articulent donc dans le ganglion avec des cellules nerveuses. Chez le chat, l'excitation de la première racine antérieure sacrée provoque l'éjaculation et l'érection (Marshall).

b) *Centres éjaculateurs.* — Budge, en 1858, a localisé dans la moelle lombaire, chez le lapin, le centre de l'éjaculation qu'il confond avec celui de l'érection. L'excitation électrique d'une région comprise entre les quatrièmes et cinquièmes racines lombaires

provoque la contraction des vésicules séminales. Ce centre, qui paraît être très voisin de celui de l'érection et fonctionner en même temps que ce dernier, peut, dans certaines conditions, manifester une activité indépendante, comme le prouve une expérience de Spina. Après avoir pratiqué la trachéotomie sur un cobaye, on sectionne la moelle à sa jonction avec le bulbe et on établit la respiration artificielle. Alors on introduit rapidement dant le canal vertébral une sonde qui, dès qu'elle atteint la moelle lombaire, détermine une éjaculation *sans érection préalable* du pénis. Celui-ci, en effet, est à peine plus volumineux qu'à l'état de repos.

En dehors du centre éjaculateur médullaire, il existe un centre contenu dans le sympathique et découvert par Rémy en 1886. Cet auteur a trouvé au niveau de la veine cave un petit ganglion dont l'excitation provoque l'éjaculation sans érection.

Polimanti, en 1907, a prétendu que le lapin à moelle détruite n'a plus d'érection, mais qu'il peut encore éjaculer. De plus, l'excitation des racines spinales lombaires et sacrées ne donne pas la moindre contraction des canaux déférents ni des vésicules séminales (faits en contradiction apparente avec ceux de Budge et de Spina). D'après cet auteur, les voies des réflexes éjaculateurs se trouveraient donc incluses tout entières dans le sympathique.

c) *Les nerfs centripètes.* — Il n'a été fait aucune étude circonstanciée en vue de déterminer les nerfs centripètes de l'éjaculation. Il est probable, d'ailleurs, que ceux-ci se confondent avec les voies centri-

pètes de l'érection : la sensation de plaisir qui accompagne les excitations parties des organes génitaux peut engendrer et entretenir l'érection; puis, lorsque la volupté est parvenue à son summum, elle engendre l'éjaculation.

Brown-Séquard, s'appuyant sur des observations cliniques, admet des voies spéciales pour la transmission des sensations voluptueuses dans la moelle. Ces fibres particulières peuvent être paralysées, alors que le fonctionnement des autres conducteurs persiste. Brown-Séquard prétend avoir observé deux cas de cette anesthésie spéciale de la volupté.

D'autre part, certains histologistes, et principalement Krause, ont décrit dans les organes génitaux des corpuscules particuliers, récepteurs des excitations déterminant la volupté; d'où le nom de *Wollust-Korperchen.* Mais des recherches plus précises ont montré que les nerfs sensitifs se terminent dans les parties sexuelles comme partout ailleurs (corpuscules de Vater-Pacini, corpuscules de Meissner, terminaison intra-épithéliales).

En plus des excitations centripètes, les centres éjaculateurs peuvent recevoir des excitations automatiques, c'est-à-dire provenant des variations de la composition chimique du sang. L'effet de l'asphyxie est à cet égard bien connu : les chevaux tués par section sous-bulbaire perdent par leur méat urinaire des quantités abondantes de sperme; chez un animal dont le thorax est ouvert et dont la vie est entretenue par la respiration artificielle, on peut à plusieurs reprises provoquer l'expulsion de liquide séminal en arrêtant le jeu du soufflet (Colin).

5. Les éjaculations anormales ou troublées. — L'éjaculation, dans certains cas, se produit indépendamment de tout coït et de toute sensation de volupté. Le simple passage du bol fécal, surtout quand celui-ci devient dur et volumineux sous l'influence de la constipation, suffit à comprimer les vésicules séminales et à expulser au dehors leur contenu; le sperme apparaît alors au niveau du méat urinaire. D'après Le Fur et Besson, il pourrait parfois passer dans la vessie ou demeurer dans l'urèthre postérieur; il serait alors expulsé avec la miction suivante et rendrait l'urine albumineuse. C'est là une albuminurie dont il importe de savoir faire le diagnostic. Ces émissions spermatiques au moment de la défécation s'observeraient encore, selon Le Fur, chez des hommes atteints de prostatite aseptique avec une hypersécrétion glandulaire.

Parmi les éjaculations apparaissant en dehors de tout coït, il faut citer encore celles qui surviennent pendant le sommeil sous l'influence de rêves érotiques. Ici la question se pose de savoir si ces éjaculations ont une cause exclusivement psychique ou bien si elles dépendent avant tout d'une excitation périphérique. Il semble bien que ces deux facteurs puissent exercer leur influence avec une égale efficacité. L'intervention de l'élément psychique est révélée par ce fait que les lectures, les conversations, les spectacles lubriques de l'état de veille ont une action certaine sur la fréquence des éjaculations nocturnes. Mais il n'est pas moins évident que la chaleur du lit, les contacts irritants au niveau des organes génitaux, les excitations parties des vésicules distendues par le sperme

peuvent être le point de départ du rêve érotique et de l'éjaculation qui s'ensuit.

Au cours de certaines maladies nerveuses, l'éjaculation peut présenter ce que l'on a appelé le *type hâtif*. Dans ce cas, l'expulsion du sperme précède l'introduction du pénis dans le vagin; cette particularité s'observe parfois chez les individus atteints d'ataxie locomotrice.

Dans les rétrécissements de l'urèthre, c'est la forme du jet du liquide séminal expulsé qui est considérablement modifiée. Ce jet vient se briser contre le rétrécissement et le sperme sort en bavant par le méat urinaire, au lieu d'être chassé par saccades à une certaine distance.

Enfin, on s'est demandé si la faculté d'éjaculation était totalement abolie chez les castrats. L'ablation testiculaire, en effet, n'implique pas nécessairement que les sécrétions vésiculaires et prostatiques doivent disparaître. Simpson et Marshall ont étudié cette question chez des chats châtrés dès leur jeune âge. La faradisation de la première racine antérieure sacrée, effectuée sur l'animal entier, produit l'éjaculation. Chez les individus châtrés, cette excitation ne donne pas issue à la moindre trace de sperme. Nous verrons plus tard que ce résultat n'est pas surprenant, car les castrats ont leur appareil génital, et en particulier le système des glandes annexes, complètement atrophié : les muscles éjaculateurs ont perdu leur contractilité, les épithéliums dégénérés de la prostate et des vésicules séminales n'élaborent plus de liquide de sécrétion.

6. Le sort du sperme non éjaculé. — L'examen des vésicules séminales chez des animaux tués immédiatement après le coït prouve que le sperme n'est pas éjaculé en totalité. Que va devenir ce résidu? Demeurera-t-il inaltéré dans ces réservoirs jusqu'à la copulation suivante? Chez les individus qui pratiquent très rarement le coït ou qui sont même complètement continents, quelle est la destinée du sperme sécrété et non expulsé?

Le sort des résidus post-éjaculatoires de liqueur séminale a été étudié chez les animaux inférieurs et plus particulièrement en ce qui concerne les spermatozoïdes. Caullery et Siedlecki, en 1903, ont retrouvé inclus dans les phagocytes les produits génitaux inutilisés de *Echinocardium cordatum* Penn. L. Brasil, en 1905 a constaté des faits confirmatifs de l'observation précédente. Avant les époques de reproduction, on observe dans les vésicules séminales de *Lumbricus herculeus* Sav. de nombreux amibocytes réunis en amas. Après l'éjaculation, ils sont dispersés et doués de mouvements actifs. L'auteur attribue ces différences d'aspect avant et après l'émission spermatique au fait que les amibocytes résorberaient les éléments reproducteurs non employés. D'après Konigstein (1907), ces phénomènes de phagocytose n'existeraient pas chez les Rongeurs; les spermatozoïdes éprouveraient une série de changements de forme et de composition chimique qui les amèneraient à l'état de globules éosinophiles. Les granulations décrites par Valentin et Ch. Robin dans les vésicules séminales et que Waldeyer a considérées comme des précipités seraient les représen-

tants très modifiés des spermatozoïdes non éjaculés.

On s'est également demandé ce que devenait chez les sujets continents le sperme sécrété et non éjaculé. Les anciens croyaient à la corruption du liquide séminal dans les glandes génitales et ils attribuaient à la résorption des produits corrompus les troubles nerveux observés chez certains hommes chastes. « Le mariage, disait Buffon, tel qu'il est établi chez nous et chez les autres peuples raisonnables et religieux, est l'état qui convient à l'homme et dans lequel il doit faire usage des facultés qu'il a acquises par la puberté, qui lui deviendraient à charge et même quelquefois funestes, s'il s'obstinait à garder le célibat. Le trop long séjour de la liqueur séminale dans ses réservoirs peut causer des maladies dans l'un et l'autre sexe, ou du moins des irritations si violentes que la raison et la religion seraient à peine suffisantes pour résister à ces passions impétueuses; elles rendraient l'homme semblable aux animaux qui sont furieux et indomptables, lorsqu'ils ressentent ces impressions. » En réalité, ces troubles nerveux produits par la continence, quoique réels peut-être dans certains cas, ont été assurément exagérés : pour s'en rendre compte, il suffit de considérer l'état de santé florissant de la généralité des individus appartenant à des sectes religieuses où se pratique une chasteté tout au moins relative. De même, l'observation des animaux entiers qui ne copulent pas et éjaculent rarement, tels que certains étalons utilisés pour le trait, prouve que les produits génitaux ne se transforment pas en substances toxiques par leur séjour prolongé dans l'appareil sexuel et que leur résorption n'est guère nuisible

à la santé générale. D'ailleurs, la rétention du sperme n'est jamais totale : les pollutions nocturnes débarrassent les vésicules séminales des continents; de plus, l'activité des glandes spermatiques non évacuées subit probablement une diminution progressive, de même que la sécrétion lactée s'arrête dans les mamelles qu'on ne vide pas. Ainsi, par l'inertie fonctionnelle des organes génitaux, la vie sexuelle tout entière se ralentit et la chasteté devient de plus en plus facile à mesure qu'on la pratique davantage. Si cet état contre nature méritait le nom de vertu, il justifierait l'aphorisme d'Aristote : « La vertu est une habitude ».

7. L'éjaculation chez la femme. — Les anciens auteurs ont exprimé l'opinion que, au moment de l'orgasme vénérien, la matrice de la femelle se contracte et projette violemment dans le vagin et de là vers l'extérieur un produit de sécrétion. Il est exact que, à la fin du coït, les spasmes rythmés du constricteur vaginal peuvent expulser du liquide; mais celui-ci n'est autre que le sperme déposé par le mâle dans la poche copulatrice. C'est donc par un abus de langage qu'on parle d'éjaculation chez la femme.

L'expulsion du sperme est le dernier des actes qui préparent la rencontre des spermatozoïdes et des ovules. Les deux sortes de cellules génitales, après l'éjaculation, existent à l'état de liberté dans les organes sexuels de la femelle : la fécondation est maintenant devenue possible.

CHAPITRE III

LA FÉCONDATION

Envisagée à un point de vue très général, la fécondation peut être considérée comme l'ensemble des modifications imprimées à l'ovule par une cause extérieure et rendant celui-ci apte à se segmenter. Cette définition très large permet d'envisager deux sortes de fécondation : 1° la fécondation de l'ovule par le spermatozoïde; 2° la fécondation de l'ovule par les agents physiques et chimiques (parthénogénèse).

I. — La fécondation de l'ovule par le spermatozoïde.

Après la copulation, la femelle peut devenir apte à produire un individu nouveau héritant des caractères des générateurs. Nous avons dit que ce pouvoir particulier de l'ovule maternel lui était conféré par le

spermatozoïde. Il convient donc de prouver et d'analyser cette influence fécondante exercée par la cellule mâle.

§ 1. — La cause efficiente de la fécondation.

1° Hippocrate et Aristote. — L'antiquité a complètement méconnu les éléments qui doivent être mis en présence pour assurer la fécondation.

Hippocrate admet que chaque sexe possède une semence formée aux dépens des diverses parties du corps et principalement du système nerveux. Le mélange de ces liqueurs dans l'utérus sous l'influence de la chaleur propre de cet organe donne naissance à l'embryon ; de cette semence, la plus forte engendre les mâles et la plus faible les femelles.

Aristote pense que le fluide séminal, dont il reconnait l'existence seulement chez le mâle, renferme quelque chose d'éthéré et d'immatériel et fournit la forme de l'embryon avec le principe de son mouvement. Donc le mâle exerce dans la génération le rôle prépondérant. Cependant, dans l'espèce humaine, la femme aurait une part active grâce au sang des menstrues. Ce liquide est épaissi par le principe éthéré de la semence de l'homme et l'embryon naît d'une sorte de coagulation. En un mot, pour rappeler les expressions d'Aristote, le sang menstruel est le marbre, le sperme le sculpteur, le fœtus la statue.

Ces deux systèmes, tout absurdes qu'ils nous paraissent aujourd'hui, n'en ont pas moins traversé tous les siècles presqu'au XVIIe et ils ont été adoptés par la majorité des médecins et des philosophes. Si

donc nous examinons la question à cette époque, nous voyons qu'un seul fait élémentaire est acquis sans conteste, la nécessité du sperme pour la fécondation. La production par la femelle d'une substance indispensable pour la fécondation, admise sans preuve par Hippocrate, est niée par Aristote chez les diverses espèces autres que la femme.

2° Régnier de Graaf. — Il appartenait au célèbre anatomiste et physiologiste Régnier de Graaf de démontrer le rôle essentiel de la femelle dans les phénomènes de la fécondation. Ayant ouvert quelques femelles de mammifères peu de temps après la copulation, il observa sur l'ovaire autant de déchirures qu'on comptait d'œufs dans l'intérieur de l'utérus. Il reconnut ainsi l'influence des *vésicules ovariques* qui ont conservé son nom et il les regarda comme l'élément d'où dérivait l'œuf fécondé. Cette belle découverte identifiait, contrairement à Aristote, la génération chez l'homme et les animaux. Aussi eut-elle un immense retentissement et fut-elle l'objet d'attaques très vives inspirées surtout par le fanatisme religieux.

3° La théorie spermatiste. — Mais, en 1677, peu après les travaux de de Graaf, la découverte du spermatozoïde par Hamm vint mettre en doute le rôle actif de la femelle dans la fécondation. Les cellules mobiles trouvées dans le liquide séminal furent considérées comme un animal en miniature auquel il ne restait plus qu'à prendre de l'accroissement. En conséquence, la femelle fut, pour ainsi dire, dépossédée de la faculté de reproduire un nouvel individu. On ne la considéra plus que comme une espèce de terrain

plus favorable qu'un autre à la germination du spermatozoïde.

4° Les expériences de Spallanzani. — L'incertitude du rôle actif de la femelle dans la fécondation a persisté depuis la découverte de Hamm jusqu'aux travaux mémorables de Spallanzani. Ce physiologiste perspicace et ingénieux démontra tout d'abord la nécessité des ovules et du sperme pour produire un individu nouveau semblable aux générateurs. Alors que les ovules et le sperme de grenouille, placés dans des récipients séparés, ne donnent pas naissance à un embryon, ces deux produits mélangés ensemble engendrent un têtard. La conclusion de ces expériences était claire : les ovules et le sperme sont nécessaires pour la reproduction.

Après cette démonstration faite par Spallanzani, certains biologistes pensèrent que le liquide testiculaire fécondait l'ovule en mettant en liberté des émanations subtiles; le contact matériel de l'ovule et du sperme n'était pas nécessaire pour assurer la segmentation ultérieure de l'œuf. C'est la théorie de l'*aura seminalis*.

Spallanzani plaça du sperme dans un verre de montre; dans un autre semblable furent déposés des œufs qui, par la viscosité de leur albumen, s'attachaient à la partie concave du verre. Celui-ci fut déposé sur le premier de manière à laisser un frès faible intervalle entre les œufs et le sperme (d'une ligne dans quelques expériences, d'un tiers de ligne dans les autres); l'appareil resta plusieurs heures exposé à une température de 18° à 25°. Une quantité de vapeur

considérable humecta les œufs et, à chaque expérience, une perte sensible fut constatée dans le poids du sperme qui avait séjourné au-dessous d'eux. Néanmoins, jamais les ovules, dans ces conditions expérimentales, ne présentèrent des phénomènes de développement, tandis que ceux d'entre eux qu'on mettait en contact immédiat avec le sperme entraient bientôt en segmentation. Ces expériences furent répétées sur deux espèces de crapauds et deux espèces de grenouilles; elles donnèrent toujours le même résultat. La partie du sperme qui s'évapore est donc complètement inapte à féconder les ovules; au contraire, la semence liquide possède à un si haut degré le pouvoir fécondant qu'une très faible quantité suffit pour déterminer le développement d'un grand nombre d'œufs. Ainsi, Spallanzani s'assura qu'une petite goutte d'eau « de 1/50 de ligne, tirée d'un volume d'eau de 18 onces, dans laquelle on avait délayé seulement trois grains de semence, était très propre à la fécondation ».

5° Les expériences de Prévost et Dumas. — Spallanzani s'était demandé, sans résoudre le problème, quel était dans le sperme l'élément fécondant. Est-ce sa partie liquide ou sont-ce les spermatozoïdes? Spallanzani assure que, dans plusieurs liqueurs fécondantes, il n'a pas pu découvrir le moindre corpuscule spermatique. L'erreur de cet observateur sagace tient probablement à l'imperfection des instruments dont il disposait. Il appartenait à Prévost et Dumas de montrer le rôle capital du spermatozoïde dans les phénomènes de génération sexuée.

Prévost et Dumas préparèrent de l'*eau spermatisée*, c'est-à-dire du sperme de grenouille dilué avec de l'eau. Ils réservèrent une moitié de cette liqueur prolifique et soumirent l'autre moitié à six explosions électriques qui suffirent pour faire cesser tous les mouvements des spermatozoïdes nageant dans cette eau spermatisée. On mit alors ce dernier liquide et celui qu'on avait réservé chacun au contact de quinze œufs dans des vases séparés. L'un n'effectua aucune fécondation; l'autre, qui n'avait pas été soumis aux commotions de la bouteille de Leyde, produisit 14 têtards. Cette expérience, cependant, n'est pas décisive. On peut objecter que des étincelles électriques, assez puissantes pour faire cesser les mouvements des spermatozoïdes, ont pu modifier la composition chimique du sperme, et lui faire perdre, de ce fait, sa propriété fécondante.

L'expérience suivante de Prévost et Dumas est plus concluante. 100 grammes de liqueur fécondante furent préparés avec 12 testicules et autant de vésicules séminales. Les auteurs les jetèrent sur un filtre composé de cinq filtres emboîtés les uns dans les autres. La liqueur filtrée était mise au contact d'ovules et ne les fécondait pas. Le magma qui était resté sur le filtre jouissait au contraire d'un pouvoir fécondant énergique. On pourrait toutefois objecter à cette expérience que le filtre retient, en même temps que les spermatozoïdes, d'autres éléments en suspension dans le sperme.

6° Expériences de Coste. — La critique précédente ne peut pas être adressée aux expériences de

Coste. Les mâles des grenouille ont, sur les côtés de la vessie urinaire, à l'extrémité de chaque canal déférent, une sorte de vésicule séminale qui, dans la saison des amours, prend un grand développement et sécrète un liquide abondant, d'une fluidité et d'une transparence parfaites. Dans cette sécrétion qui constitue à elle seule la partie fluide de la semence, le microscope, durant les quarante à cinquante premières heures de l'accouplement, ne révèle encore aucune trace de spermatozoïdes ; ce n'est qu'à partir du troisième jour que les cellules mâles commencent à y pénétrer. Ici donc, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à la filtration, les deux éléments de la semence sont naturellement séparés : la portion fluide est accumulée dans la poche qui la sécrète et la portion solide, exclusivement formée de spermatozoïdes, se trouve encore dans le testicule. On peut extraire chacun de ces éléments, pur de tout mélange, des organes qui les renferment et s'en servir isolément. Coste a, de cette façon, recueilli dans les vésicules séminales le fluide qu'elles contenaient; il s'est assuré qu'il n'y nageait pas de spermatozoïdes et il en a arrrosé des œufs parvenus à maturité : jamais il n'a pu réussir à en féconder un seul. Toujours, au contraire, il a eu des résultats positifs lorsqu'il a mis les œufs en contact avec les spermatozoïdes pris dans les testicules.

§ 2. — Ascension du spermatozoïde vers l'ovule chez les vertébrés supérieurs.

Chez les animaux inférieurs qui livrent au milieu ambiant les éléments sexuels, la rencontre de l'ovule

et du spermatozoïde est un phénomène fortuit. Chez les vertébrés supérieurs, le mâle éjacule le sperme dans le vagin de la femelle et les chances de fécondation sont évidemment plus grandes que chez les espèces précédentes. Encore faut-il que le spermatozoïde effectue un certain chemin pour se porter à la rencontre de l'ovule.

1° Facteurs mécaniques de l'ascension du spermatozoïde. — Les anciens avaient attribué l'ascension de la cellule mâle à une sorte de *succion* exercée par la matrice *au moment du coït.* De Graaf, Vallisnieri, Dionis expriment cette opinion et regardent comme signe probable d'un coït fécondant le contact du gland avec le museau de tanche. Haller, Gunther, Bischoff supposent aussi à cette aspiration une grande influence sur le transport du sperme. Pouchet fait résider en elle seule la cause de l'ascension de la liqueur fécondante. Selon lui, un spasme convulsif s'empare des organes génitaux de la femelle pendant la copulation; la trompe et l'utérus se contractent violemment et, expulsant le mucus qu'ils contiennent, diminuent de volume. Puis, quand le spasme cesse, l'utérus et les trompes se dilatant redonnent à leur cavité l'ampleur accoutumée et le fluide séminal versé dans le vagin se trouve partiellement aspiré.

Ce mécanisme indiqué avec une grande précision par Pouchet, outre que son existence est problématique, n'est assurément pas nécessaire pour assurer l'ascension du sperme. La plupart des femmes n'ont aucune sensation correspondant à cette contraction interne énergique qui précéderait l'aspiration. De plus, on connaît des cas de fécondation chez des femmes en état d'ivresse ou de sommeil anesthésique et chez lesquelles le spasme violent dont parle Pouchet ne pouvait exister.

Blundell, Bischoff ont regardé comme contribuant puissamment à l'ascension du sperme des mouvements

7.

survenant au niveau de l'utérus et des trompes dans les heures *qui suivent le coït*. Ils les ont vu s'exécuter chez des lapines et des chiennes laparotomisées après l'accouplement. Les contractions se dirigeraient du col vers les trompes et de là vers l'ovaire. Théoriquement, on ne comprend pas comment le rétrécissement d'un canal au-dessus d'un liquide favoriserait l'ascension de celui-ci. Expérimentalement, les auteurs précédents ont peut-être constaté les contractions utérines et tubaires, mais ils n'ont certainement pas vu le sperme monter à la suite l'onde de contraction.

Henle, le premier, a pensé que le spermatozoïde s'achemine vers l'ovule par les mouvements de son flagellum. Les cellules mâles, en effet, comme l'ont observé les histologistes, peuvent progresser grâce aux mouvements ciliaires de leur queue. Ces éléments déjettent alternativement leur tête à droite et à gauche, en même temps qu'ils lui impriment une rotation de 90° autour de son axe; ainsi, au cours de leurs évolutions, les spermatozoïdes se montrent alternativement de face et de profil. Certains réactifs, comme les solutions alcalines, les solutions de sucre et d'albumine, favorisent les mouvements des spermatozoïdes; il en est de même du mucus vaginal. Fleig (1909) a observé que les déplacements des spermatozoïdes sont plus actifs dans l'eau salée additionnée de chlorure de calcium à 0 gr. 02, 0 gr. 05 pour 1000 que dans l'eau salée non calcique. L'urine et les acides tuent rapidement ces éléments.

Il est évident que la progression des spermatozoïdes vers l'ovule exige comme condition l'existence d'une attraction s'exerçant entre la cellule mâle et la cellule femelle (tactisme).

J. Müller a invoqué, comme cause accessoire d'ascension des zoospermes, les mouvements des cils vibratiles de la trompe qui dirigeraient ces éléments vers l'ovaire. L'intervention de ce mécanisme est peu probable, car, d'après la généralité des histologistes, l'ondulation des cils tubaires s'effectuerait de l'ovaire vers la matrice, c'est-à-dire en sens inverse de la progression de la cellule sexuelle mâle.

Enfin Coste émet l'opinion que la *capillarité* serait un facteur important du cheminement du spermatozoïde vers l'oviducte. Le sperme s'élèverait dans les conduits génitaux comme un liquide quelconque monte dans un tube très fin ou entre deux lames de verre. L'auteur, en dehors de ce raisonnement par analogie, ne cite aucune expérience à l'appui de son hypothèse.

En somme, parmi toutes les influences invoquées pour expliquer le cheminement du spermatozoïde vers l'ovule, la plus certaine et la mieux établie est la motilité de l'élément mâle grâce aux ondulations ciliaires de son flagellum; les autres facteurs, si tant est qu'ils interviennent, n'ont assurément qu'un rôle accessoire ou accidentel.

2° Durée de l'ascension du spermatozoïde. — Examiné au microscope, le spermatozoïde de l'homme effectue, au milieu du liquide séminal, un trajet de 2 à 3 millimètres en une minute. Si nous appliquons cette donnée au parcours à travers l'utérus et les trompes de la femme, nous arrivons aux résultats suivants : la trompe mesure en moyenne 12 centimètres de longueur, l'utérus tout au plus

8 centimètres, soit un trajet de 20 centimètres à partir du col jusqu'à l'ovaire ; si la vitesse de progression observée sous le microscope était la vitesse réelle, il faudrait au spermatozoïde une heure quinze à une heure quarante-cinq pour arriver sur l'ovaire. Mais de nombreux facteurs peuvent ralentir la marche de cette cellule mobile : elle ne progresse pas nécessairement en ligne droite, elle peut se fourvoyer dans les sinuosités du canal qu'elle parcourt, enfin elle rencontre des obstacles multiples : débris cellulaires, plis de la muqueuse, courants liquides inverses produits par les mouvements des cils vibratiles tubaires et par l'écoulement des sécrétions utéro-salpingiennes, etc.

Quelques observations permettent néanmoins une appréciation approximative de la durée d'ascension des spermatozoïdes dans l'appareil génital de quelques femelles d'animaux et de la femme. Hensen a signalé des zoospermes sur les ovaires de la lapine deux heures vingt-cinq minutes après l'accouplement. Bischoff, Leuckart les ont trouvés dans la partie moyenne des trompes, chez cette même femelle, quinze minutes après la copulation. Bischoff les a vus sur les ovaires vingt heures après le coït, chez la chienne, et Franck (cité d'après Küfferath) une heure après la saillie chez la vache. Haussmann a constaté la présence de spermatozoïdes au bout de une heure trente, et Birch-Hirschfeld dans les trompes quatorze à seize heures après le coït chez la femme.

3° Survie des spermatozoïdes dans le canal génital de la femelle. — Prévost et Dumas ont trouvé des spermatozoïdes vivants dans les trompes de la lapine sept à huit jours après l'accouplement. Bis-

choff a observé ces mêmes éléments doués de mouvements très vifs non seulement dans le vagin, la matrice entière et les trompes d'une chienne tuée vingt heures après la copulation, mais encore entre les franges du pavillon, dans la poche péritonéale qui entoure complètement l'ovaire et enfin sur l'ovaire. Chez ce même animal, Wagner a observé quarante-huit heures après le rapprochement des sexes des spermatozoïdes vivants en grand nombre dans les diverses parties du canal génital. Chez la femme, Sims a vu dans le col utérin des zoospermes doués de mouvements actifs huit jours après le coït. Percy, Haussmann, Bossi, Dührssen ont publié des observations d'après lesquelles ces éléments auraient été encore vivants dans le vagin ou les trompes de cinq à vingt-deux jours après les rapports sexuels.

§ 3. — Cheminement de l'ovule dans les voies génitales femelles.

On sait que l'ovule ne se segmente pas *in situ*, c'est-à-dire au niveau de l'ovaire : une fois expulsé par la rupture du follicule de de Graaf, il se dirige vers l'extérieur, fécondé ou non fécondé, à travers les voies génitales femelles qu'on peut considérer comme le canal excréteur de la glande ovarienne.

1° Pénétration de l'ovule dans la trompe. — L'examen anatomique de la région tubo-ovarienne

ne permet pas de saisir immédiatement le mécanisme de l'entrée de l'ovule dans la trompe. Le pavillon salpingien ne recouvre la glande que sur une faible étendue et on comprend que les œufs se détachant de toute la surface ovarienne en rapport direct avec la cavité péritonéale puissent ne pas passer dans le canal tubaire. Rouget fait observer que, dans l'espèce humaine en particulier, la disposition du pavillon par rapport à l'ovaire est aussi peu favorable que possible à l'entrée de l'œuf dans les voies génitales maternelles. « Il n'y a peut-être pas, dit-il, parmi les mammifères, d'animal chez qui l'orifice de la trompe soit plus indépendant, où l'ovaire soit moins abrité par les membranes voisines et communique plus librement avec la cavité générale du péritoine. Les partisans de la cause finale n'auraient rien à admirer ici, si ce n'est les chances peut-être plus nombreuses de stérilité qu'un esprit de prévoyance fort apprécié de certains économistes aurait réservées à l'espèce humaine. »

En raison de cette insuffisance des moyens anatomiques pour assurer le passage de l'ovule dans la trompe, les auteurs ont imaginé des mécanismes divers dont aucun, d'ailleurs, ne satisfait complètement l'esprit. Kehrer a supposé une sorte d'éjaculation due à l'élasticité de la vésicule, à la contraction des fibres musculaires du stroma sous-jacent, de sorte que l'ovule serait lancé dans le pavillon comme le sperme dans le vagin. On comprend combien ce mécanisme sera inefficace lorsque l'ovule éclatera sur la face de la glande opposée à celle que recouvre le pavillon.

Rouget prétend que le ligament tubo-ovarien musculaire peut amener le pavillon au contact de l'ovaire. Mais ce moyen est insuffisant, car le pavillon ne peut recouvrir qu'une portion très restreinte de la glande femelle.

Un moyen plus efficace de transport paraît devoir être réalisé par l'action des cils vibratiles dont sont pourvues certaines cellules épithéliales de l'ovaire (de Sinéty) et celles du ligament tubo-ovarien. L'œuf serait ainsi dirigé par un mouvement ciliaire de la surface de la glande jusque dans le pavillon où d'autres cellules à cils vibratiles s'empareraient de lui pour lui faire continuer sa progression.

En présence de ces moyens de transport dont les plus perfectionnés semblent encore rudimentaires, on prévoit que beaucoup d'ovules doivent s'égarer dans la cavité péritonéale : les grossesses ectopiques greffées sur le péritoine sont la preuve évidente de ce fait. Celles-ci seraient, d'ailleurs, probablement beaucoup plus nombreuses si les spermatozoïdes pouvaient arriver dans le cœlome pour féconder les œufs égarés.

Il ne faudrait pas croire, néanmoins, que les ovules tombés dans la cavité générale du corps soient fatalement voués à la mort ou à une évolution anormale. Ceux-ci ont quelques chances de revenir au lieu de leur destination naturelle, c'est-à-dire dans le conduit génital de la femelle. Pinner, après avoir lié les trompes près de l'utérus, a répandu dans la cavité péritonéale de la lapine des particules solides. Celles-ci ont été trouvées dans le cul-de-sac à ouverture péritonéale formé par la ligature posée sur le canal salpin-

gien. Chez d'autres lapines, il injectait dans la cavité abdominale 40 centimètres cubes d'une solution de chlorure de sodium tenant en suspension de la poudre de mine de plomb, des globules de pus et différentes autres substances. Au bout de deux heures et demie à trois heures, il les retrouvait dans le vagin. Thiry, à la suite d'ensemencements de particules pigmentaires dans le cœlome, a trouvé ces particules dans les trompes. Lode déposait dans la cavité abdominale d'une lapine des œufs d'ascaris lombricoïde dont le volume se rapproche de celui de l'œuf de la lapine. Au bout de dix heures, ces œufs étaient arrivés au milieu de la trompe, au bout de sept jours quelques-uns avaient pénétré dans la cavité utérine. Sur le péritoine, les œufs ensemencés avaient disparu dès la dixième heure.

Nous comprenons, après l'exposé de ces recherches, que les moyens de transport de l'ovule vers la trompe ne sont pas aussi rudimentaires qu'ils l'avaient semblé au premier abord; même tombé dans la cavité générale du corps, l'œuf peut être ramené dans les voies génitales grâce à un mouvement ciliaire, convenablement dirigé de l'épithélium péritonéal.

2° Durée de la migration de l'ovule dans la trompe. — On s'est demandé quelle était la durée de la migration de l'ovule dans la trompe, c'est-à-dire au bout de combien de temps celui-ci parvenait à l'utérus. Cette question est difficile à résoudre, car on ne sait pas exactement à quel moment la vésicule de de Graaf s'est rompue; l'heure du coït n'est pas nécessairement celle de la déhiscence folliculaire.

Aussi on comprendra combien sont incertains tous les chiffres donné par les auteurs.

3° MIGRATIONS ANORMALES DE L'OVULE. — Dans la migration habituelle ou normale de l'ovule, la cellule mise en liberté passe dans la trompe située du même côté et se développe dans la partie homolatérale de la matrice. Exceptionnellement, l'ovule d'un côté pénètre dans la trompe du côté opposé *en cheminant dans le péritoine et hors des organes génitaux;* c'est la *migration anormale externe.* D'autres fois, l'ovule passe dans la trompe située du même côté, puis va se fixer sur la moitié utérine ou la trompe du côté opposé; c'est la *migration anormale interne,* c'est-à-dire s'effectuant *dans l'intérieur des voies génitales.*

La réalité de ces deux sortes de migrations anormales est particulièrement bien prouvée chez la femme par les observations suivantes, empruntées au livre de Küfferath.

a) Migration externe. — Cas de Rokitansky :

Femme pluripare de trente ans, morte onze jours après l'accouchement. L'ovaire gauche présente un corps jaune du volume d'un pois. Pas de corps jaune dans l'ovaire droit. La trompe droite est perméable. La trompe gauche est complètement atrophiée sur une étendue de 4 centimètres; elle est enfoncée dans des fausses membranes épaisses d'organisation ancienne;le pavillon de latrompe se perd dans des fausses membranes. Donc la trompe correspondant à l'ovaire ayant fourni l'ovule était depuis longtemps oblitérée. L'ovule a dû, pour arriver à l'utérus, pénétrer dans la trompe du côté opposé.

b) *Migration interne.* — Cas de Schultze :

Il s'agit d'une grossesse tubaire rompue, siégeant à l'extrémité utérine de la trompe droite dont l'extrémité abdominale est terminée en cul-de-sac. Le corps jaune se trouve sur l'ovaire gauche. Donc l'ovule né à gauche n'a pu se fixer sur la trompe droite qu'en traversant la trompe gauche, la cavité utérine et en pénétrant dans la trompe droite.

Cas de Schultze-Hassfurther.

Grossesse tubaire de dix semaines rompue. La rupture siège à droite. L'extrémité abdominale de la trompe droite se termine en forme de massue; on n'y distingue ni pavillon, ni franges. Cette extrémité tout entière est confondue avec des adhérences anciennes qui l'environnent. L'ovaire droit est atrophié. La trompe gauche est perméable. Le corps jaune siège à gauche.

Expérimentalement, la migration externe a été démontrée chez le lapin par Léopold, Kereef et Bruzzi. Ces auteurs ont enlevé l'ovaire d'un côté, lié et sectionné la trompe de l'autre côté. Les femelles ayant été couvertes, il s'est développé des embryons dans la matrice. Par conséquent, il y avait eu migration de l'ovule vers la trompe située du côté correspondant à l'ovaire extirpé.

§ 4. — En quel lieu s'opère la rencontre de l'ovule et du spermatozoïde.

Harvey, Buffon, Darwin faisaient de l'utérus le siège de la fécondation. D'autres, frappés de l'existence de grossesses extra-utérines, n'ont pu se les expli-

quer qu'en considérant l'ovaire comme le lieu de rencontre de l'ovule et du spermatozoïde. Enfin, d'après des éclectiques, la fécondation s'exercerait en n'importe quel lieu de l'utérus et des annexes. L'opinion de ces derniers auteurs est basée sur le fait que des autopsies de femelles, sacrifiées quelques heures après le coït, ont permis de constater des spermatozoïdes et des ovules épars dans toutes les régions de l'appareil génital. Mais, comme le dit Coste, de telles observations ne résolvent pas le problème du siège de la fécondation Le contact des œufs et des spermatozoïdes peut s'effectuer sur un point quelconque du canal sexuel, même dans le vagin. Mais ce contact peut-il être efficace en tout lieu?

D'après Coste, chez les oiseaux et les mammifères, l'œuf se dégraderait rapidement quand il entre dans les oviductes sans imprégnation préalable. Cette altération est très sensible chez les poules non fécondées : les matériaux de la cicatricule dégénèrent en gouttelettes muqueuses transparentes quatre ou cinq heures après la mise en liberté de l'œuf hors du stroma ovarien. Coste est donc amené à cette hypothèse très légitime que la fécondation se fait *au niveau de l'ovaire* ou tout près de lui.

D'autre part, cet auteur a réalisé chez les poules une expérience démonstrative. On laisse la copulation s'effectuer entre la poule (préalablement isolée du mâle) et le coq. Les spermatozoïdes mettent environ douze heures pour aller du vagin aux ovaires. Il est extrêmement probable que les zoospermes vont trouver des œufs dans les trompes. Si la fécondation peut se faire en n'importe quel point, tous les œufs

qui seront pondus immédiatement après la copulation devront être fécondés. Or, le premier œuf pondu, vraisemblablement rencontré dans les trompes par les spermatozoïdes, n'est jamais fécondé, tandis que ceux qui sont pondus par la suite sont aptes à se segmenter. Donc, chez les oiseaux, l'imprégnation de la cellule femelle par la cellule mâle ne se fait pas en n'importe quel lieu du canal excréteur de l'ovaire.

Chez les mammifères, cette conclusion paraît aussi se vérifier. Coste a étudié des chiennes dont il laissait passer le rut sans permettre l'accouplement, puis il provoquait par contrainte la copulation de la femelle avec le mâle. Ces chiennes ainsi traitées étaient les unes sacrifiées quelques heures après le coït, les autres mises en observation. Les animaux du premier groupe présentaient à l'autopsie des spermatozoïdes et des ovules dans l'utérus et les trompes. Cette constation rendait légitime la supposition que les femelles du second groupe tenues en observation allaient devenir pleines. Or, aucun cas de grossesse ne s'est produit parmi elles. Coste en conclut qu'à la fin du rut l'ovule est déjà inapte à être fécondé, probablement par suite d'altérations rapides qu'il subit peu de temps après avoir quitté l'ovaire.

Aussi bien, des expériences de Coste et Gerbe montrent que la fécondation est possible sur des ovules encore très jeunes et inclus dans les vésicules de de Graaf. Si on tient une poule isolée du coq et qu'ensuite on la laisse s'accoupler, elle pond pendant dix-huit jours environ des œufs fécondés. On sait que les spermatozoïdes du coq se liquéfient dans la matrice et les trompes de la femelle quatre ou cinq jours après l'éja-

culation. Il suit de là que les œufs pondus vers les seizième, dix-septième et dix-huitième jours ont été fécondés douze à quatorze jours avant la ponte. Or, nos connaissances sur l'évolution de la vésicule de de Graaf chez la poule nous permettent de dire que douze à quatorze jours avant la ponte les ovules sont encore inclus dans les follicules. Donc, leur fécondation s'est effectuée au niveau de l'ovaire.

Coste et Gerbe ont fait sur les Crustacés des observations qui confirment encore leur opinion relativement au siège de l'imprégnation de l'œuf par le zoosperme. Sur les femelles de crabe commun venant de s'accoupler et portant, dans une dilatation de l'extrémité inférieure de l'oviducte, la masse concrète de semence que le mâle y avait déposée, ils ont trouvé les ovaires tellement atrophiés qu'on pouvait à peine y distinguer à l'œil nu les ovules qui devaient former le contingent de la ponte future. Six semaines plus tard, les ovules n'avaient presque pas augmenté de volume et pourtant la semence était déjà complètement résorbée : il n'en restait plus de trace ni dans le lieu de dépôt, ni dans tout le parcours du canal vecteur. Quatre mois seulement après le rapprochement sexuel, les œufs sont arrivés à maturité et ont été pondus. Ici donc la fécondation s'accomplit bien évidemment sur l'ovaire et elle s'y fait *par anticipation* sur des produits en quelque sorte microscopiques. Chez d'autres crustacés, les *Maia*, Coste et Gerbe ont vu non seulement le même phénomène se produire, mais encore, un unique accouplement féconder dans l'ovaire deux générations à la fois, c'est-à-dire le contingent de deux pontes séparées par un assez long intervalle.

§ 5. — Phénomènes microscopiques de la fécondation.

1° La maturation de l'ovule. — L'ovule, tel qu'il se trouve au moment de la rupture du follicule de de Graaf, n'est pas apte à être fécondé. Il subit

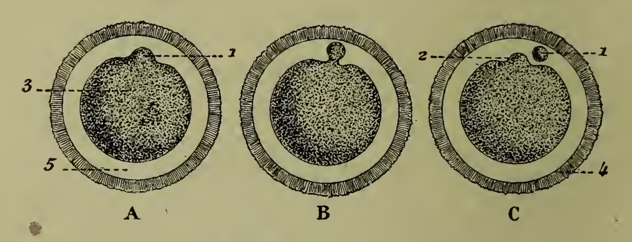


Fig. 10. — A, B, C, *trois stades successifs de l'émission des globules polaires.* (D'après F. Tourneux.)

1, premier globule polaire. — 2, deuxième globule polaire. 3, vitellus. — 4, zone pellucide. — 5, espace périvitellin.

une série de modifications qui constituent sa *maturation.*

Parmi celles-ci, la plus importante est l'*émission des globules polaires* (fig. 10). Elle consiste en un bourgeonnement du vitellus donnant successivement naissance à deux cellules que Ch. Robin (1862) a appelées corpuscules ou globules polaires. Le noyau ovulaire se rapproche de la surface extérieure du vitellus, puis se divise par karyokinèse en deux noyaux : le plus volumineux reste dans le vitellus et l'autre, entouré d'une mince couche protoplasmique, se pédiculise et finalement se détache de la masse vitelline.

Les deux globules polaires ne paraissent pas avoir la même signification. Les recherches poursuivies sur l'ascaride du cheval (*ascaris megalocephala*) ont, en effet, montré que lors de l'émission du premier globule polaire, les quatre filaments chromatiques renfermés dans la vésicule germinative se fissurent longitudinalement et que, des 8 chromosomes résultant de cette division, 4 sont entraînés avec le premier globule polaire et les 4 autres restent dans la vésicule germinative. Pour la formation du second globule polaire, les 4 chromosomes du noyau ovulaire ne se divisent plus, mais se séparent en deux groupes de deux, dont l'un est expulsé avec le second globule polaire et dont l'autre persiste à l'intérieur du *pronucléus femelle* (noyau ovulaire après les deux karyokinèses). La substance chromatique de la vésicule germinative se trouve donc après cet acte amoindrie de moitié. L'émission du second globule polaire est une *division de réduction* (O. Hertwig).

Les deux globules polaires séjournent un certain temps dans l'espace périvitellin, puis ils disparaissent par résorption.

Après l'émission des globules polaires, le reste de la vésicule germinative (pronucléus femelle) s'enfonce dans le centre du vitellus où elle se ramasse en boule. Le centrosome, qui s'est divisé deux fois comme la vésicule germinative elle-même, accompagne le pronucléus femelle au centre de l'ovule et constitue l'ovocentre.

2º Pénétration du spermatozoïde dans l'ovule. — Le protoplasma ovulaire dans lequel vont se

passer les phénomènes de fécondation est séparé du milieu extérieur : 1° par une couche de mucus; 2° par la zone pellucide. Il faut donc expliquer comment les spermatozoïdes arrivent à la partie interne de ces enveloppes.

a) Prévost et Dumas ont teint avec des matières colorantes le sperme de grenouille et mis celui-ci en contact avec les œufs de ce même animal. De cette façon, ils ont vu de nombreux courants de liquide coloré se diriger de dehors en dedans à travers la couche de mucus et entraîner les spermatozoïdes jusqu'à la surface de l'enveloppe propre de l'ovule.

Chez les mammifères, au bout d'un temps variable après la rupture du follicule de de Graff, il se dépose à la surface de l'ovule une couche de matière albuminoïde, analogue à celle de l'œuf de grenouille. La question se pose donc de savoir si les spermatozoïdes sont capables de traverser cette couche albumineuse de façon à arriver immédiatement au contact de la zone pellucide. Pour élucider ce point particulier, Coste a éloigné une lapine du mâle pendant plusieurs semaines avant l'époque probable du rut et pendant toute la durée du rut lui-même; une fois que ce phénomène a été terminé et cinquante heures après son apparente cessation, Coste a provoqué l'accouplement de cette femelle avec un mâle. Sacrifiée douze heures après la copulation, la lapine avait des ovules entourés d'une épaisse zone d'albumen et d'une multitude de spermatozoïdes s'agitant avec vivacité; mais aucun n'avait traversé la membrane albumineuse enveloppant la zone pellucide. De cette expérience, l'auteur conclut que, dans les coïts s'accom-

plissant chez la lapine après la cessation du rut, les spermatozoïdes rencontrent des ovules expulsés depuis longtemps hors des follicules de de Graaf et que, à ce moment, les cellules femelles sont recouvertes d'une couche d'albumine qui empêche la pénétration des zoospermes.

Chez une autre lapine, fécondée au moment du rut et sacrifiée quinze heures après la copulation, Coste a vu des spermatozoïdes inclus entre la membrane vitelline et la couche d'albumen. L'auteur suppose que dans ce cas les spermatozoïdes avaient rencontré l'ovule avant le dépôt d'albumen à sa surface et que l'apparition ultérieure de cette enveloppe albumineuse avait entouré à la fois spermatozoïdes et ovule. Les cellules mâles se sont trouvées de cette façon en contact intime avec la membrane propre de l'œuf à féconder.

b) Il reste maintenant à déterminer comment les corpuscules spermatiques traversent la zone pellucide et pénètrent dans le cœur même de l'ovule. A cet égard, on a débattu la question de l'existence d'un *micropyle,* c'est-à-dire un petit pertuis de la membrane d'enveloppe par lequel le spermatozoïde pourrait arriver en pleine substance vitelline. Admise par Prévost et Dumas, par Barry, Keber, niée par Bischoff, Leuckart, l'existence du micropyle paraît démontrée tout au moins dans les ovules de quelques animaux; Coste a décrit, chez les poissons osseux, au fond d'un ombilic visible à la loupe, un fin canalicule nettement dessiné et traversant la zone pellucide. C'est par ce conduit que les spermatozoïdes pénétreraient à l'intérieur de l'enveloppe ovulaire. Chez les animaux où le micropyle n'existe pas, on ignore par

quel processus la cellule mâle arrive au contact immédiat du vitellus.

3. La formation du noyau vitellin. — Une fois que les spermatozoïdes ont commencé à serpenter dans le liquide périvitellin, on voit se former à la surface du vitellus une petite élevure (*cône d'attraction*, fig. 11) autour de laquelle les cellules mâles sem-

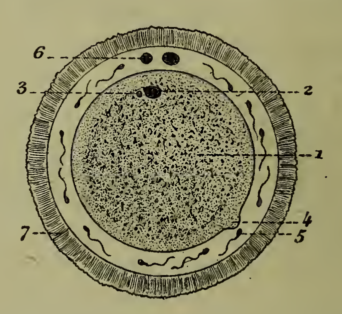


Fig. 11. — *Figure schématique montrant la formation du cône d'attraction, après l'émission des globules polaires, et la constitution du pronucléus femelle. Les spermatozoïdes serpentent en grand nombre dans l'espace périvitellin.* (D'après F. Tourneux.)

1, vitellus. — 2, pronucléus femelle. — 3, ovocentre. — 4, cône d'attraction. — 5, spermatozoïde fécondant. — 6, globules polaires. — 7, zone pellucide.

blent se presser. Bientôt, l'un des spermatozoïdes engage sa tête dans le cône d'attraction, son filament caudal s'immobilise et disparaît, tandis que le cône s'efface, entraînant en pleine substance vitelline la tête du spermatozoïde. A ce moment, une *membrane se forme* autour du vitellus par condensation de sa couche superficielle et rend impossible la pénétration ultérieure d'autres spermatozoïdes.

La tête du spermatozoïde fécondant ne tarde pas à se transformer en un noyau (*pronucléus mâle*) et en un centrosome (*spermocentre*) autour duquel se déposent en rayonnant des granulations de vitellus. Le pronucléus mâle et le pronucléus femelle accompagnés de leurs centrosomes se rapprochent l'un de l'autre, s'accolent intimement et se fusionnent, donnant ainsi naissance à un noyau de nouvelle formation, le *noyau vitellin* (Ch. Robin) : la fécondation est accomplie (fig. 12.)

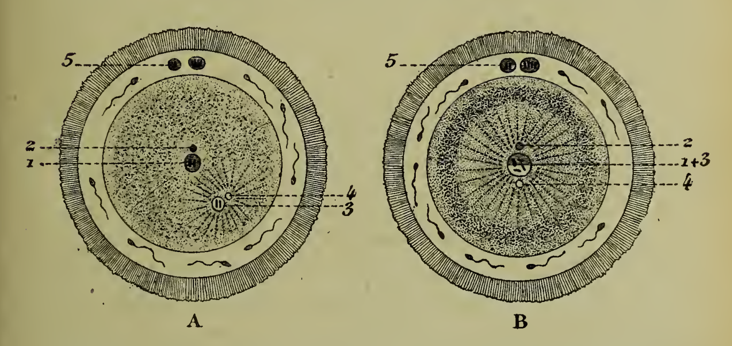


FIG. 12. — *Deux stades successifs de la fécondation, montrant la conjugaison des deux pronucléus.* (D'après F. TOURNEUX.)

1, pronucléus femelle. — 2, ovocentre. — 3, pronucléus mâle. — 4, spermocentre. — 5, globules polaires. — 1+3, noyau vitellin résultant de la fusion des deux pronucléus 1 et 3.

§ 6. — LA MÉROGONIE.

Jusqu'ici, nous avons vu que la fécondation a comme caractéristique essentielle la conjugaison du

noyau de l'ovule avec celui du spermatozoïde. Il semble que, dans certains cas, le contact d'un spermatozoïde et d'un fragment d'ovule *non nucléé* puisse, néanmoins, donner naissance à un individu nouveau. Ce phénomène a été appelé la *mérogonie.*

La découverte de la mérogonie remonte aux expériences de Rostafinski, en 1877. Cet auteur a décrit parfaitement la segmentation de fragments d'ovules anucléés soumis à l'action de spermatozoïdes chez *fucus vesiculosus.*

Boveri, en 1895, confirmé par Morgan et Seeliger, a obtenu des fécondations mérogoniques de l'œuf d'oursin.

En 1899, Delage a généralisé à un annélide (*Lanyce conchylega*) et à un mollusque (Dentale) les faits décrits par les auteurs précédents et a proposé pour les désigner le nom de *mérogonie.* Delage a constaté, en outre, que la proportion de réussites de fécondation est beaucoup plus grande avec les ovules coupés et sans noyau qu'avec les ovules entiers. Le noyau serait donc inutile et peut-être nuisible à la fécondation et il faudrait abandonner les conceptions anciennes d'après lesquelles ce phénomène consisterait essentiellement en l'union des pronucléus mâle et femelle. En réalité, la fécondation serait l'union d'un noyau de spermatozoïde avec une masse de protoplasma ovulaire.

A. Giard, dès 1899, s'est élevé contre cette interprétation des expériences de mérogonie. Pour lui, le phénomène n'aurait pas la signification que lui attribue Delage. Certains spermatozoïdes, comme nous le verrons plus loin, peuvent entrer en segmenta-

tion, tout comme l'ovule, sous l'influence d'agents physiques ou chimiques appropriés. Or, dans les cas d'hybridité mérogonique, c'est-à-dire quand on met en présence un fragment d'ovule et des spermatozoïdes d'espèce différente, le produit a les caractères du progéniteur paternel. Boveri avait déjà constaté ce fait : les spermatozoïdes d'*Echinus microtuberculatus*, placés au contact de fragments non nucléés d'œuf de *Sphœrechinus granularis*, donnent des larves d'*Echinus microtuberculatus*. Cette notion suggère l'idée que la mérogonie pourrait bien n'être qu'un cas particulier du développement parthénogénétique du spermatozoïde. Cette théorie cadre, d'ailleurs, parfaitement avec le fait établi par Delage qu'on obtient un plus grand nombre d'embryons dans les développements mérogoniques que dans les vases où on met les spermatozoïdes en contact avec des œufs entiers. En effet, « jusqu'à leur parfaite maturité, dit Giard, les œufs d'Echinodermes, comme ceux d'un grand nombre d'animaux, s'accroissent par une phagocytose très intense et cette phagocytose s'exerce non seulement aux dépens d'éléments folliculaires, frères de l'ovule, mais aussi aux dépens des spermatozoïdes, si on met ceux-ci en présence des œufs pour en tenter la fécondation. Chez les œufs énucléés non entièrement mûrs, les spermatozoïdes ne courent plus le risque d'être absorbés, puisque l'assimilation ne peut se faire sans la présence du noyau dans une cellule mérotomisée et d'autre part le cytoplasme de ces fragments d'œufs peut sans doute suffire à l'évolution parthénogénétique du demi-noyau mâle. »

De ces considérations, il résulte donc que, dans ces

phénomènes dits de mérogonie, un fait est nettement établi : la possibilité d'obtenir des embryons avec des fragments d'ovule non nucléés et des spermatozoïdes. Mais qu'il y ait là un exemple de fécondation d'un fragment d'œuf dépourvu de noyau, cela est fortement contestable. Jusqu'à plus ample informé, la conception classique de la fécondation établie par les anciennes expériences de van Beneden doit persister dans son intégrité. Il est des cas assurément où l'ovule et même le spermatozoïde peuvent se diviser parthénogénétiquement; mais le processus habituel de la fécondation consiste *dans la fusion du pronucléus mâle et du pronucléus femelle.*

§ 7. — La fécondation croisée.

On sait que la fécondation entre animaux d'espèces différentes est en général impossible; à cet égard, l'action particulière exercée par le spermatozoïde sur l'ovule est, dans toute l'acception du mot, spécifique. Cependant, dans certains cas exceptionnels, un mâle peut féconder une femelle d'une espèce autre que la sienne; c'est la *fécondation croisée.*

En 1893, Morgan avait cru constater la fertilisation des œufs d'une astérie par les spermatozoïdes d'un oursin. Ces œufs arrivés au stade de gastrula ne vivaient, d'ailleurs, pas plus de quarante-huit heures.

Le cas de fécondation croisée de Morgan et beaucoup d'autres publiés dans la suite ont été révoqués en doute depuis nos connaissances sur la parthénogénèse expérimentale que nous étudierons plus loin.

Mathews a montré que la segmentation très réelle des œufs d'astérie obtenue en plaçant à leur contact des spermatozoïdes d'oursin peut être due à l'*agitation* du liquide dans lequel se trouvent ces œufs. Cette modification physique du milieu suffit, en l'absence de tout spermatozoïde, à provoquer la segmentation des ovules.

Néanmoins, la fécondation croisée ne fait aucun doute entre individus d'espèces voisines : le cas de l'âne et du cheval, du zèbre et du cheval, du chien et du loup sont bien connus. Le produit d'une fécondation croisée est, on le sait, frappé de stérilité, bien qu'il manifeste un appétit génital souvent très vif; ainsi se trouve assurée la fixité relative des espèces.

§ 8. — La fécondation artificielle.

On a longtemps pensé que la fécondation ne pouvait se réaliser que par un coït effectif et même que la sensation de volupté éprouvée par la femelle était nécessaire pour provoquer la conception Les expériences de Spallanzani sur la segmentation *in vitro* des œufs de grenouille mis en contact avec le sperme de ce même animal permettaient déjà de supposer que la réunion des éléments sexuels mâle et femelle étaient la condition essentielle de la reproduction. De ce fait, on était naturellement porté à penser que l'introduction artificielle, indépendamment de tout coït, de spermatozoïdes dans le vagin d'une femelle de mammifère pouvait être suivie de conception. L'expérience a donné raison à ces prévisions théori-

ques : la fécondation artificielle, phénomène depuis longtemps connu chez les animaux inférieurs, a pu être réalisée chez les femelles du cobaye, chez la chienne, la lapine, la jument et la vache.

Le *modus faciendi* est des plus simples : il suffit de prélever dans les vésicules séminales d'un mâle quelques gouttes de sperme et de les injecter dans le vagin ou l'utérus de la femelle au moment des chaleurs. Steinach, dont nous aurons à décrire plus loin les recherches, pensait que les spermatozoïdes ne conservent intact leur pouvoir fécondant qu'en suspension dans le liquide contenu dans les vésicules séminales. Cette opinion n'est pas exacte : placés dans les solutions de chlorure de sodium ou de bicarbonate de soude isotoniques au sérum de l'animal, les spermatozoïdes gardent intégralement leur faculté de fertilisation (Ivanow). Donc ces liquides, portés à la température de 37-38°, pourront parfaitement être utilisés comme véhicule des spermatozoïdes, si les exigences de la technique nécessitent la dilution du fluide séminal à injecter.

La pratique de la fécondation artificielle tend actuellement à prendre une grande importance en zootechnie. D'une part, en effet, on sait que, dans une saillie, de nombreux spermatozoïdes sont perdus, puisqu'un seul suffit pour féconder un ovule. D'autre part, beaucoup de mâles ne peuvent accomplir dans la même journée qu'un nombre de coïts très limité. Il est donc avantageux de diluer le sperme d'une éjaculation, recueilli grâce à un artifice approprié, et de féconder plusieurs femelles avec le liquide ainsi obtenu. Cette manière de faire a déjà été utilisée en Amérique

dans les haras : le produit d'une seule éjaculation d'étalons a pu féconder quinze juments.

§ 9. — La télégonie.

On appelle *télégonie, mésalliance initiale, hérédité fraternelle, infection du germe,* la transmission par la mère à un produit « d'un second lit » des caractères provenant d'un premier mâle. Cette question, bien qu'elle se rattache directement à l'hérédité, mérite d'être exposée comme appendice au chapitre de la fécondation, car la télégonie peut être légitimement envisagée comme une action, directe ou indirecte, exercée par un générateur lointain sur l'ovule actuellement fécondé.

1° Faits paraissant établir la réalité du phénomène. — L'étude du croisement dans les races chez les mammifères semble prouver que le mâle qui a une fois fécondé une femelle imprime un cachet plus ou moins reconnaissable sur les produits des fécondations ultérieures de la même femelle dûs à d'autres mâles.

Lord Morton rapporte le cas d'une jument arabe saillie une première fois par un couagga, espèce d'âne sauvage d'Afrique marqué à la façon du zèbre. Après onze mois et quatorze jours, elle donna naissance à un hybride tenant fortement du couagga. La même jument, fécondée les années suivantes par un cheval arabe, donna à trois reprises des produits dont les formes étaient celles de la race chevaline arabe, mais

dont le pelage rappelait, par des zébrures très marquées, le couagga, père déjà lointain de son premier produit.

C'est une croyance presque universelle, chez les éleveurs de bétail, de chevaux, de chiens, que l'imprégnation d'une femelle par un mâle d'une autre race qu'elle-même suffit à la *détruire,* en tant que reproductrice d'animaux de race pour un temps assez long, si ce n'est pour toujours. Ainsi, dans le Poitou, où l'on fait souvent couvrir les juments par des baudets, l'observation aurait appris que les produits, nés ultérieurement de ces mêmes juments fécondées par des chevaux, conservent toujours dans leurs formes une infériorité très marquée (juments mulassières). On cite encore, dans cet ordre de faits, le cas d'une jument anglaise de course qui était de robe baie et qui, après avoir été saillie une première fois par un étalon gris, fit ensuite un poulain gris comme son père. Les années suivantes, saillie par un étalon bai comme elle, elle fit plusieurs poulains tous gris.

Darwin rapporte l'observation d'une chienne *Bowerbank,* de race turque, sans poils, qui, saillie par un épagneul, donna des métis les uns sans poils comme elle, les autres à poils courts. Saillie plus tard par un chien turc de sa race, sans poils, elle donna des petits de pure race turque sans poils et d'autres, en nombre égal, à poils courts comme les métis de la portée précédente.

Darwin cite aussi le cas d'une truie de M. Giles qui, saillie par des verrats de sa race, a toujours donné des petits noirs et blancs comme elle et comme toute sa race. Elle fut saillie un jour par un sanglier et donna

des métis. Livrée ensuite derechef à un verrat de sa race, elle fit une portée dans laquelle se rencontraient des petits rappelant les caractères du sanglier.

C'est une question d'un haut intérêt de savoir si de pareilles influences sont susceptibles de se manifester dans l'espèce humaine. Certaines observations tendraient à faire croire qu'il en est bien ainsi. Simpson, d'Édimbourg, rapporte qu'une femme née de parents blancs eut avec un nègre un enfant qui était un mulâtre; plus tard, elle aurait eu avec un blanc une fille qui portait des marques incontestables de sang noir. Des faits de cette nature, au dire de Longet, s'observeraient fréquemment dans les colonies.

2° Critique de la doctrine de la télégonie. — La croyance en la télégonie n'est pas universellement admise. Un zootechniste distingué, Sanson, a montré que les faits paraissant donner un fondement à cette doctrine sont contestables ou d'interprétation discutable.

L'observation de lord Morton relative à la jument d'abord fécondée par un couagga et qui donna ensuite des poulains zébrés avec un cheval arabe noir, outre qu'elle est peu circonstanciée, ne constitue pas un argument décisif en faveur de la télégonie. Il n'est pas rare, en effet, de voir des juments arabes qui, sans avoir été saillies par un zébride quelconque, font des poulains présentant des zébrures.

Sanson nie formellement le cas des juments du Poitou qui, fécondées tout d'abord par un baudet, donnent ensuite avec des étalons des produits possédant quelques caractères de l'âne. Des expériences

personnelles de Sanson faites dans les haras de cette région lui auraient démontré que la croyance aux juments « mulassières » est un préjugé.

Quant à l'observation de la jument de course baie qui, saillie par un étalon gris, donna ensuite avec des étalons bais des produits portant la robe du premier générateur, elle ne saurait sérieusement être admise, d'après Sanson, comme une preuve en faveur de la télégonie. Il n'est pas un cheval de la variété anglaise de course qui soit exempt d'ancêtres de robe grise dans sa généalogie; par conséquent, la couleur grise des poulains engendrés par la jument en question pourrait être attribuée à une de ces réversions dépendant de l'atavisme dont les livres généalogiques fournissent la preuve.

Même chez les chiens qui, d'après une croyance très répandue, présenteraient fréquemment des cas de télégonie, Nathusius, Sanson et beaucoup d'autres zootechnistes ont formellement nié l' « infection » de la femelle par les générateurs antérieurs. Des observations scientifiquement conduites, où la chienne était soigneusement isolée pendant le rut avec un seul mâle d'une race déterminée, n'ont pas permis à ces auteurs de relever dans les produits la moindre réapparition des caractères d'un procréateur antérieur.

Quant aux prétendues observations de télégonie dans l'espèce humaine, il est impossible de tabler sur elles en raison de causes multiples d'erreur qu'elles peuvent présenter. Une femme blanche, d'abord fécondée par un nègre, puis mariée avec un blanc, peut assurément avoir encore un enfant mulâtre si elle a des rapports clandestins avec un autre nègre.

De cet ensemble de critiques, il résulte donc que la doctrine de la télégonie ne repose guère que sur des faits à interprétation contestable et que, avant de l'admettre sans réserves, il convient d'attendre qu'elle soit établie par des expériences *scientifiquement* conduites.

§ 10. — Le déterminisme du sexe.

A l'étude de la fécondation se rattache directement celle du déterminisme du sexe. D'après certaines théories, en effet, le sexe serait déterminé par le fait de la conjugaison des deux pronucléus et, après l'amphimixie, les caractères mâles ou femelles préexisteraient déjà dans l'œuf. Bien que cette conception ne soit pas universellement admise, elle montre, néanmoins, quels liens étroits rattachent la question de l'origine du sexe à celle de la fécondation.

Les opinions relatives à cet intéressant problème peuvent se grouper autour de deux idées. D'après certains auteurs, le sexe serait, comme nous l'avons dit, déterminé dans l'œuf; d'après d'autres, il dépendrait des conditions qui agiraient ultérieurement sur l'œuf en voie de développement. L'homme pourrait même intervenir activement et modifier artificiellement le travail de la nature de manière à l'incliner du côté mâle ou du côté femelle. On comprend donc l'intérêt captivant de cette question; comme le fait remarquer L. Fredericq, qu'adviendrait-il si l'homme avait le pouvoir de procréer à volonté des enfants mâles ou femelles? De quelle importance la divulga-

tion d'un tel secret ne serait-elle pas pour le développement de l'espèce humaine et les relations sociales futures?

1° Théories d'après lesquelles le sexe serait déterminé dans l'œuf fécondé.

La première théorie en date est celle d'après laquelle *la cellule reproductrice* (spermatozoïde ou ovule) *provenant du générateur le plus vigoureux déterminerait le sexe du produit.*

En 1828, Girou de Buzareingues, prenant pour base des faits constatés dans un troupeau de brebis et de béliers, a érigé en loi la proposition suivante : celui des deux individus accouplés qui, au moment de l'accouplement, est, par son âge relatif ou par tout autre motif, dans l'état constitutionnel le plus vigoureux transmet son sexe au produit.

Martegoute, en 1858, a publié des observations confirmatives de la théorie précédente; celles-ci peuvent se diviser en deux catégories. Dans les premières, il a noté le nombre exact de mâles et de femelles mis au monde à diverses périodes de l'agnelage par des brebis que fécondait un bélier dishley-mérinos. Au début de la période d'agnelage, la proportion des agneaux mâles a été de 13 contre 4 femelles. Ce sont les produits résultant des premières luttes effectuées par le bélier, c'est-à-dire à un moment où il n'est pas encore fatigué par la multiplicité des coïts successifs. Dans la deuxième période de l'agnelage, il n'y a plus que trois mâles contre quinze femelles; ces produits correspondent aux luttes effectuées pendant l'épuisement du mâle. — Dans les observations du second groupe, Martegoute rapporte le cas d'un bélier très vigoureux et abondamment nourri qui fit la lutte avec trente-quatre *jeunes* brebis dites antenaises : on en obtint vingt-

cinq mâles et neuf femelles. L'année suivante, ce même bélier féconda des brebis fort épuisées, au moment où elles finissaient d'allaiter leurs agneaux : on observa dans ces conditions vingt-sept naissances mâles contre neuf femelles.

Sanson a publié le résultat des statistiques fournies par l'agnelage des brebis fécondées à l'Ecole d'agriculture de Grignon. Dans tous les cas, l'état du bélier et celui de la brebis ont été soigneusement notés. Les conclusions qu'on peut tirer de la statistique de Sanson sont confirmatives de celles de Martegoute.— Sanson rapporte encore des observations relatives aux saillies opérées par un baudet appartenant à l'établissement d'étalons mulassiers d'Aulnay (Charente-Inférieure). Cet animal fourbu et d'aspect chétif était celui que les propriétaires de juments choisissaient de préférence pour la saillie. C'est que les produits de ce baudet étaient presque toujours des mules dont le prix, comme on le sait, est beaucoup plus élevé que celui des mulets. — Enfin Sanson cite encore des faits relatifs à un taureau à cornes courtes, peu vigoureux, qui donnait généralement des femelles avec les vaches dont il faisait la saillie.

M. Wilckens, en 1886, a fait féconder par des mâles faibles des juments jeunes et bien nourries et n'a obtenu que 43 mâles sur 100 femelles. Cet auteur est arrivé à des résultats analogues en étudiant la fécondation chez la vache.

Lanz, en 1904, s'occupant d'études sur la glande thyroïde, raconte que des chèvres thyroïdectomisées et affaiblies par cette opération n'avaient produit que des mâles; les boucs fécondants étaient normalement vigoureux.

M. Kuckuck, en 1905, a accouplé des lapines faibles, maigres, mangeant mal avec des mâles forts et bien nourris : les 10 paires accouplées ont donné 7 lapines et 57 lapins. Kuckuck prétend avoir observé dans l'espèce humaine des faits confirmatifs de la théorie d'après laquelle le générateur le plus vigoureux conférerait son sexe au produit. « Il y a quelques années, dit-il, mon attention s'était arrêtée sur le fait curieux qu'un homme, plus éner-

gique que sa femme et lui survivant de beaucoup d'années, avait eu avec elle des fils, et que ce même homme, remarié à une femme plus jeune et plus énergique que lui, n'avait eu que des filles. J'ai continué à observer d'autres couples et j'ai noté un nombre considérable de cas identiques. Voulant m'assurer de la régularité du fait, que c'est toujours le plus énergique des époux qui donne son sexe à l'enfant, j'ai étudié jusqu'à ce jour une centaine de familles et n'ai pas rencontré d'exceptions à cette règle. »

Ces diverses observations semblent donc établir la réalité de la loi formulée par Girou de Buzareingues. Mais il ne faut pas se dissimuler que, même si cette loi est exacte, on sera souvent embarrassé dans la pratique pour savoir si l'accouplement de deux individus particuliers donnera un mâle ou une femelle. D'une part, en effet, pour apprécier exactement l'état physiologique réciproque des reproducteurs en présence toute commune mesure manque. D'autre part, le facteur démontré par Girou de Buzareingues pourrait n'être pas le seul à agir et, dans tel ou tel cas particulier, se trouver contrarié par des influences antagonistes.

Thury, de Genève, a prétendu rattacher la sexualité au *degré de maturité de l'ovule* à l'époque de la fécondation. D'après lui, tout œuf qui, à ce moment, n'a pas atteint un certain degré de maturité doit donner naissance à une femelle; passé ce degré, c'est un mâle qui doit en naître. Il suffirait donc, si cette assertion était vraie, pour obtenir à volonté des femelles ou des mâles, de provoquer la fécondation au début ou à la fin du rut (du moins chez les animaux dont le rut coïncide avec la maturation du follicule de de

Graaf). Mais la vérification expérimentale dont elle a été l'objet ne s'est pas montrée favorable à cette hypothèse (Sanson). — Transportée dans l'espèce humaine, la théorie de Thury consiste à admettre qu'un coït fécondant pratiqué immédiatement avant les règles produit une fille et immédiatement après les règles un garçon. Outre qu'on ignore, chez la femme, si la menstruation coïncide avec l'ovulation — et qu'on ne sait pas, par conséquent, le degré de maturité de l'ovule au moment de l'hémorragie cataméniale, — on conçoit combien il est difficile, en dehors de cas exceptionnels, de déterminer la date exacte du coït fécondant.

Des recherches qui ont paru fournir une base solide à la théorie de la préexistence du sexe dans l'œuf non encore segmenté sont celles que Dzierzon a faites sur les abeilles.

Les apiculteurs admettent que la reine peut à volonté pondre des œufs mâles d'où sortiront des *faux-bourdons* (mâles) ou des œufs femelles d'où sortiront soit des *reines* (femelles pondeuses), soit des *ouvrières* (femelles stériles). La reine, peu de jours après sa naissance, sort de la ruche et s'élance dans les airs. Les faux-bourdons volent derrière elle, c'est le *vol nuptial*. L'un d'eux atteint et féconde la femelle qui rentre alors dans la ruche pour n'en plus sortir jusqu'à sa mort : elle va passer le reste de sa vie à pondre des œufs. Suivant la nature du produit que ceux-ci doivent donner, ils sont déposés dans des alvéoles d'aspect différent. Dans les grandes alvéoles (couvain de faux-bourdons) sont placés les œufs d'où naîtront les mâles. Dans les logettes les plus petites (couvain d'ouvrières), sont déposés les œufs d'où naîtront les ouvrières stériles. Enfin, les cellules dites *royales* seront le berceau des reines ou femelles fécondes. La reine peut ainsi pondre

des œufs pendant longtemps sans être de nouveau fécondée. A ses organes génitaux, en effet, est annexée une pochette spéciale qui sert de réservoir au sperme éjaculé par le faux-bourdon et l'abeille est capable, avec cette provision de sperme, de féconder successivement les œufs qu'elle expulse.

Dzierzon, apiculteur silésien, explique de la façon suivante la faculté que possède la reine de pondre des œufs mâles ou femelles. *Tout ovule qui reçoit le contact du liquide spermatique donne une femelle; l'ovule qui n'est pas fécondé donne un mâle.* Le mâle serait donc, d'après cette conception, le résultat d'un développement parthénogénétique. Dzierzon base sa théorie sur le résultat du croisement des abeilles noires ordinaires (allemandes ou françaises) avec les abeilles jaunes (italiennes). Dans une ruche d'abeilles noires, introduisons une reine jaune : les mâles qu'engendre cette reine sont jaunes et de pure race italienne; les femelles sont des métis et d'une couleur intermédiaire au noir et au jaune. Donc, dit Dzierzon, les mâles n'ont subi que l'influence maternelle et proviennent d'œufs non fécondés; les femelles ont subi l'influence paternelle et maternelle et proviennent d'œufs fécondés. De même, si dans une ruche d'abeilles jaunes on introduit une reine noire, les mâles sont noirs et les femelles sont des métis. Enfin, Dzierzon a observé les produits que donne une reine à ailes coupées. Celle-ci n'a pas de vol nuptial et n'est pas fécondée : elle ne donne que des mâles.

Conformément à l'opinion de Dzierzon, von Siebold et plus récemment Petrunkewitsch ont affirmé que les

œufs femelles d'abeille contiennent toujours un spermatozoïde, tandis que les œufs qui doivent donner un mâle en sont dépourvus.

De Sinéty, en 1902, a observé chez les *Phasmes* des faits inverses de ceux de Dzierzon, mais montrant néanmoins une relation entre la fécondation et le sexe. Chez ces animaux, les œufs parthénogénétiques produiraient toujours des femelles et les œufs fécondés des mâles.

La théorie de Dzierzon et les théories analogues ont été critiquées par Perez, John Lowe, Mulot et surtout par Dickel, en 1903. Ces auteurs ont montré que le croisement d'abeilles noires et d'abeilles jaunes donne des résultats extrêmement variables. Il arrive qu'une reine jaune produit avec des mâles noirs des faux-bourdons métissés et des femelles jaunes, contrairement à l'opinion de Dzierzon. De plus, les œufs qui doivent engendrer des faux-bourdons contiennent souvent des spermatozoïdes à leur intérieur et sont par conséquent fécondés.

D'après des observations de von Siebold (1856), le sexe serait déterminé dans l'œuf, mais *dépendrait des conditions nutritives de la mère.*

Chez la guêpe (*Nematus ventricosus*), les œufs, fécondés ou non, peuvent produire des femelles ou des mâles : quand la nourriture est abondante, la guêpe engendre plus de femelles que de mâles. Des faits analogues ont été signalés, en 1897, par P. Marchal. Au cours d'intéressantes recherches faites par cet auteur sur *Cecidomya destructor* Say, parasite du blé, il a constaté que l'immense majorité des cécidomyies procréées par des insectes vivant sur du blé étiolé et par conséquent mal nourris étaient du sexe mâle. Cuénot (1899) a essayé de reproduire un pareil résultat en opérant sur *Calliphora vomitoria* et n'y a point réussi.

D'après Mac Clung (1902), le sexe dépendrait, dans certains cas, de *la nature ou du nombre des chromosomes contenus dans le spermatozoïde.* Cet auteur, confirmé par Castle (1903), a établi qu'il existe des insectes chez lesquels on trouve distinctement deux sortes de spermatozoïdes : les uns ont le même nombre de chromosomes que les ovules de la femelle; les autres ont un chromosome en moins ou bien le même nombre de chromosomes mais parmi ceux-ci un petit chromosome aberrant. L'observation microscopique a montré que les premiers sont producteurs de femelles et les seconds producteurs de mâles

De ces résultats, il convient de rapprocher ceux obtenus par Morgan sur le phylloxéra. Chez cet animal, les ovules présentent deux aspects différents dans une même espèce et les uns donnent des mâles, les autres des femelles.

2° Théories d'après lesquelles le sexe serait déterminé par des influences agissant au cours du développement.

Landois, en 1866, a publié des expériences faites sur les abeilles et d'après lesquelles *le déterminisme du sexe dépendrait uniquement de la nutrition embryonnaire.* Les œufs pondus dans des alvéoles d'abeilles ouvrières donnent naissance à des mâles si on les transporte expérimentalement dans des alvéoles de mâles, et réciproquement des œufs pris dans des alvéoles de mâles donnent naissance, à des ouvrières après avoir été transférés dans des alvéoles d'ouvrières. Les expériences de Landois ont été confirmées par

E. Bessels. Sanson et Bastian ont obtenu des résultats contradictoires avec ceux de Landois.

Récemment, Dickel a rapporté des recherches du plus haut intérêt qui seraient favorables à la conception de Landois et expliqueraient clairement les faits observés par cet auteur. D'après Dickel, les ouvrières déposeraient sur les œufs pondus dans les alvéoles un produit de sécrétion qui serait différent pour les trois sortes d'œufs (œufs de faux-bourdons, œufs d'ouvrières, œufs de reines). Si avec un pinceau on prélève un peu du produit de sécrétion déposé sur un œuf de faux-bourdon et si on badigeonne avec ce produit un œuf destiné à donner une ouvrière ou une reine, cet œuf, même si son développement est commencé, donne un faux-bourdon. De même, le produit d'un œuf d'ouvrière ou de reine porté sur un œuf de faux-bourdon fait apparaître une ouvrière ou une reine. Ces faits prouvent donc que le sexe, chez les abeilles, n'est pas préformé dans l'œuf fécondé : celui-ci est d'abord à l'état neutre et une action chimique du milieu extérieur lui confère la sexualité.

Chez les Lépidoptères, Landois, confirmé par Giard et Mary Treat, a retrouvé la preuve d'une influence de la nutrition de l'œuf sur le déterminisme du sexe. Des chenilles mal alimentées, même pendant un temps assez court de leur vie larvaire, donnent une grande majorité de papillons mâles; des chenilles bien alimentées, au contraire, donnent une majorité de femelles.

Les expériences de Riley sur les Lépidoptères, celles de Cuénot sur les Lépidoptères et les Diptères n'ont pas permis à ces auteurs de vérifier les résultats de Landois.

Born (1880) et Yung (1882) ont étudié chez des têtards

l'influence de la nutrition sur le déterminisme du sexe. Ces expérimentateurs, en donnant aux têtards une nourriture artificielle plus abondante que celle qu'ils trouvent habituellement dans les mares, obtiennent 78 à 95 % de femelles, tandis que la proportion normale varie entre 54 et 61 %. Pflüger en 1882, Cuénot en 1899, King en 1909 (expériences sur des embryons de crapaud) ont nié les résultats de Born et Young. Henneguy a comparé la proportion de chaque sexe chez des têtards nourris avec du jaune ou du blanc d'œuf et chez des têtards qui mangeaient seulement les végétaux de l'aquarium. Le nombre des femelles était considérablement plus grand dans le premier cas que dans le second.

L'autorégulation des sexes. — On a remarqué que, dans beaucoup d'espèces et dans l'espèce humaine en particulier, le nombre des naissances mâles et des naissances femelles est sensiblement égal. Pour expliquer ce phénomène, on a fait intervenir une autorégulation des sexes, c'est-à-dire un mécanisme par lequel des influences compensatrices se développeraient dès que des circonstances fortuites tendent à faire diminuer un sexe vis-à-vis de l'autre. Beaucoup de conceptions ont été proposées pour expliquer cette prétendue autorégulation et une des plus connues est celle de Düsing. D'après cet auteur, si les mâles sont rares, ils auront beaucoup de femelles à féconder et videront sans cesse leurs vésicules séminales; ils féconderont donc toujours avec des spermatozoïdes frais et donneront des œufs à tendance mâle. Si les mâles sont abondants, ils copuleront plus rarement et comme leurs spermatozoïdes auront séjourné longtemps dans les vésicules et seront plus ou moins dégénérés, l'œuf fécondé tendra

à évoluer vers le type femelle. Le caractère tout hypothétique de cette conception apparaît nettement sans qu'il soit besoin d'y insister.

En résumé, cet examen critique des diverses théories relatives au déterminisme du sexe a pour unique résultat de démontrer l'insuffisance de chacune d'elles. Deux facteurs, néanmoins, paraissent intervenir efficacement : l'état physiologique réciproque des deux générateurs et les conditions nutritives auxquelles est soumis l'œuf fécondé.

II. — La Parthénogénèse.

D'après les pages qui précèdent, on pourrait croire que la conjugaison de l'ovule et du spermatozoïde est toujours indispensable pour la segmentation ultérieure de l'œuf. Il existe cependant des cas de reproduction où l'élément mâle n'intervient nullement : cette segmentation de l'ovule sans fécondation préalable par un spermatozoïde s'appelle la *parthénogénèse* (παρθένος, vierge ; γεννάω, j'engendre). Il existe une parthénogénèse *naturelle* et une parthénogénèse *artificielle* ou *expérimentale.*

§ 1. — La parthénogénèse naturelle.

La parthénogénèse naturelle peut être *totale, partielle, saisonnière, juvénile.*

Les cas de parthénogénèse *totale* les mieux connus sont ceux des crustacés et des rotifères. Chez ces individus, on n'a jamais trouvé de mâles; ils se multiplient donc par des œufs qui ne sont, dans aucune circonstance, fécondés.

La parthénogénèse *partielle* est celle qui se produit, par exemple, chez les abeilles. On sait que certains œufs subissent le contact des spermatozoïdes éjaculés par les faux-bourdons dans la poche copulatrice de la femelle; l'examen histologique permet de constater dans ce cas la présence de l'élément mâle en contact avec l'ovule. D'autres œufs se développent sans fécondation préalable : les reines dont on coupe les ailes n'ont pas le vol nuptial, ne possèdent pas de spermatozoïdes dans leur poche copulatrice et pondent néanmoins des œufs qui se segmentent.

La parthénogénèse *saisonnière* s'observe avec une grande netteté chez les puces d'eau. Pendant la belle saison, il n'y a pas de mâles et les œufs se segmentent sans subir le contact du spermatozoïde. A l'automne, les mâles apparaissent et la parthénogénèse est remplacée par la reproduction sexuelle ordinaire.

La parthénogénèse *juvénile* s'observe chez les jeunes larves de puceron (*miastor*). Les œufs se segmentent dans le corps même de la mère qui meurt mangée par ses propres enfants.

Les exemples de parthénogénèse cités jusqu'à présent se rapportent exclusivement à des animaux inférieurs. Ce phénomène peut-il s'observer chez les vertébrés?

Morel (de Strasbourg), en 1864, a rapporté des faits qui sembleraient prouver la possibilité, chez la femme, d'une segmentation de l'œuf sans le concours du spermatozoïde. « En examinant, dit-il, les vésicules de de Graaf, hypertrophiées, chez des femmes mortes de péritonite puerpérale, huit jours après l'accouchement, nous avons rencontré plusieurs ovules dans lesquels la segmentation était aussi nettement dessinée que dans les œufs fécondés ; seulement les cellules du pseudo-blastoderme subissaient déjà la métamorphose graisseuse. Tous ces ovules étaient entourés d'une zone cellulaire provenant du disque proligère de la vésicule de de Graaf, et dont les éléments sphériques ne pouvaient être confondus avec les cellules polyédriques résultant de la segmentation du vitellus. La segmentation du jaune est donc possible sans fécondation préalable. »

De même Œllacher, en 1872, et Mathias Duval, en 1884, ont constaté chez les oiseaux les premiers stades du développement de l'œuf indépendamment de toute conjugaison avec un spermatozoïde.

En 1891, Repin a émis l'opinion que les kystes dermoïdes de l'ovaire, chez la femme, ont une origine parthénogénétique; en 1895, Mathias Duval a accepté et développé cette conception.

Henneguy, en 1894, a étudié chez les mammifères la dégénérescence des follicules de de Graaf non arrivés à maturité et a observé sur ces éléments des segmentations très analogues à la parthénogénèse : « La dégénérescence chromatolytique de l'ovule des mammifères, qui se traduit généralement par la formation d'un fuseau directeur et d'un globule polaire, peut dans certains cas amener un commencement de segmentation irrégulière, parthénogénétique. La chromatine de la vésicule germinative se résout en petites masses irrégulières, qui se dispersent dans le vitellus, de même que dans la chromatolyse des cellules folliculaires. Chaque masse chromatique se comporte alors comme un petit noyau et donne naissance à une figure karyodiérétique rudimentaire, composée d'un petit nombre de chromosomes et d'un nombre correspondant de fila-

ments achromatiques. Ces figures ne sont pas accompagnées de centrosomes. Le vitellus se fragmente en masses le plus souvent inégales, dont les unes renferment une ou plusieurs figures karyodiérétiques, dont les autres en sont dépourvues. A l'inverse de ce qui a lieu dans la segmentation normale, il se produit, pendant la fragmentation parthénogénétique de l'ovule, une dissociation entre la division du noyau et celle du vitellus. »

On voit donc que, chez les animaux supérieurs, le phénomène de la parthénogénèse apparaît à l'état d'indication; l'ovule est parfois capable de se segmenter sans le contact du spermatozoïde, mais en aucun cas il ne donne un individu complètement développé.

§ 2. — La parthénogénèse expérimentale.

La parthénogénèse expérimentale consiste à remplacer l'influence du spermatozoïde par un acte physique ou chimique.

1° Historique. — En 1886, Tichomiroff publia le fait que des œufs de ver à soie peuvent se développer si on les place pendant un temps très court dans de l'acide sulfurique dilué.

En 1887, M. Hertwig traita des œufs d'Échinodermes par une solution de sulfate de strychnine à 1 p. 1000 et les mit dans l'eau de mer après leur avoir fait subir l'action du toxique : les œufs ainsi traités présentèrent des phénomènes de segmentation.

Morgan, en 1896, essaya l'action de l'addition de

chlorure de sodium à l'eau de mer sur le développement des ovules d'oursin; il obtint ainsi des larves, mais anormales.

Mead, en 1898, ajouta du chlorure de potassium à l'eau de mer et observa chez le *Chætopterus* l'émission des globules polaires, phénomène qui, en l'absence de chlorure de potassium, nécessite l'intervention du spermatozoïde.

En 1899, commencèrent les beaux travaux de J. Lœb. A partir de ce moment, la question de la parthénogénèse expérimentale donna lieu à de multiples recherches et s'enrichit de résultats intéressants.

2º Moyens de provoquer la parthénogénèse expérimentale. — a) *La déshydratation de l'œuf.* — Lœb avait constaté qu'un muscle de grenouille immergé dans une solution de chlorure de sodium manifeste au bout de quelques minutes des contractions rythmiques. Un muscle placé dans une solution de chlorure de sodium additionnée de chlorure de calcium reste, au contraire, parfaitement immobile. Lœb est parti de ce fait pour affirmer que le sodium est un excitant et que le calcium est un agent inhibiteur. En conséquence, cet auteur s'est demandé si, en raison de l'action excitante du NaCl, l'addition de ce sel à de l'eau de mer ne suffirait pas pour provoquer le développement des ovules d'oursin. L'expérience a paru favorable à cette conception : des œufs d'Échinodermes placés dans l'eau de mer artificiellement enrichie en NaCl sont entrés en segmentation.

E. Bataillon a montré que l'interprétation donnée par Lœb au fait, d'ailleurs exact, observé par lui et

antérieurement par Morgan était très contestable. L'addition de NaCl à l'eau de mer augmente la concentration de ce liquide; la segmentation se produisant dans ces conditions pourrait donc reconnaître uniquement pour cause l'hypertonie du milieu d'immersion. Aussi bien, la conception de Bataillon a été expérimentalement vérifiée par lui et par beaucoup d'autres expérimentateurs; les diverses solutions hypertoniques obtenues avec des solutions autres que NaCl peuvent aussi provoquer la parthénogénèse expérimentale.

On a essayé de préciser le mécanisme par lequel agissent les milieux hypertoniques. En vertu des lois de l'osmose, ceux-ci déshydratent l'œuf et cette soustraction d'eau pourrait bien être la cause de la segmentation ultérieure. Cette action déshydratante, en effet, paraît être exercée normalement par le spermatozoïde d'oursin : on sait que le noyau de l'élément mâle, une fois plongé dans le protoplasma ovulaire, se gonfle et emprunte de l'humidité au vitellus. Cette soustraction d'eau suffit même, semble-t-il, pour déclancher le développement : on peut, en effet, avant que les deux noyaux soient arrivés au contact l'un de l'autre, couper l'ovule en deux parties, une contenant le noyau fortement gonflé du spermatozoïde, et l'autre le noyau de l'ovule entouré d'un protoplasma déshydraté. Cette dernière portion de l'œuf se segmente en l'absence de toute conjugaison des deux pronucléus.

La parthénogénèse expérimentale par déshydratation mise en évidence par Bataillon est actuellement universellement admise. J. Lœb lui-même a

montré par de nombreux exemples la réalité de ce phénomène. Giard, en 1904, a provoqué sur l'*Asterias rubens* des développements parthénogénétiques par desséchement ménagé de l'œuf.

6. *L'agitation du milieu.* — Mathews, en 1901, a démontré que des œufs non fertilisés d'*Asterias Forbesii* peuvent se segmenter sous l'influence d'une simple agitation mécanique du liquide dans lequel ils sont plongés. La rapidité du développement est fonction du degré d'agitation. Il importe donc, dans l'étude de l'influence d'un facteur déterminé sur la parthénogénèse expérimentale, de ne pas agiter l'eau du milieu d'immersion, cette agitation pouvant suffire à elle seule à produire le développement parthénogénétique des œufs.

c) *Influence des acides.* — L'action des acides sur la segmentation des ovules, soupçonnée par Tichomiroff, a été réellement découverte et systématiquement employée par Delage, en 1902. Cet auteur est parti du fait que le premier phénomène consécutif à la pénétration du spermatozoïde dans l'œuf d'oursin est la formation de la membrane vitelline ; il s'est donc demandé si l'on ne pourrait pas provoquer artificiellement cette formation et déclancher ainsi le développement de l'œuf. La membrane vitelline, suppose Delage, est une coagulation du protoplasma superficiel de l'ovule. Or, les acides coagulent la matière albuminoïde ; il est donc légitime de supposer qu'ils formeront une membrane vitelline. L'expérience a donné raison à cette conception : des œufs soumis à

l'action d'un acide faible peuvent ultérieurement se développer. L'acide carbonique est, à cet égard, un agent facilement maniable; les œufs ayant séjourné une heure dans de l'eau chargée de CO^2 et replacés ensuite dans l'eau de mer naturelle se segmentent dans la proportion de 100 %.

Delage a donné la preuve que l'action des acides correspond à une influence coagulante exercée par ces substances sur le protoplasma : d'autres agents coagulants des matières protéiques, tels que le tannin, l'alcool, ont la même efficacité que les acides eux-mêmes.

d) *Influence des basses températures.* — Greely, en 1902, a pu obtenir la segmentation d'œufs d'astéries en refroidissant l'eau d'immersion pendant quelques heures jusqu'à la température de 5 degrés. Cette influence des basses températures peut se manifester sur des ovules d'oursin (*arbacia*) qui viennent d'être enlevés à la femelle; chez les astéries, il faut, pour observer cette action du froid, que l'ovule ait été séparé depuis quelques heures de l'organisme maternel et qu'il ait déjà atteint une certaine maturation. La segmentation ne se produit pas si, au lieu de refroidir l'eau d'immersion, on la réchauffe.

e) *Agents divers provoquant la parthénogénèse expérimentale.* — Winkler, en 1900, a prétendu avoir obtenu chez l'oursin les premiers stades du développement en faisant agir sur l'ovule un extrait de spermatozoïdes. Cette expérience n'a pas pu être vérifiée par un élève de J. Lœb, William Gies.

Herbst, en 1893, avait constaté la possibilité de provoquer la formation d'une membrane vitelline sur des œufs non fertilisés en les soumettant à l'action du benzol, du toluol ou de la créosote. J. Lœb a généralisé le fait de Herbst à un grand nombre de carbures d'hydrogène et il a observé, non seulement la production de la membrane vitelline, mais aussi une segmentation. Ce procédé est, pratiquement, difficile à appliquer : ces divers réactifs ont une action extrêmement nocive et il est malaisé de graduer convenablement la durée de leur contact.

Enfin, dans un travail récent (1908), J. Lœb a observé que les sérums de sang de bœuf, de porc et de lapin peuvent provoquer dans l'œuf d'oursin le développement parthénogénétique. La substance active de ces sérums est relativement thermostabile : elle résiste à un chauffage de 73 degrés.

3º L'extension de la parthénogénèse expérimentale. — Jusqu'ici nous avons simplement constaté la possibilité de la segmentation de certains œufs sous l'influence d'agents physico-chimiques; nous devons maintenant préciser le degré de développement que peuvent acquérir de tels œufs (extension de la parthénogénèse expérimentale *en profondeur*) et indiquer quelles espèces peuvent présenter un pareil processus de reproduction (extension de la parthénogénèse expérimentale *en surface*).

a) *Extension en profondeur.* — Dans la généralité des cas de parthénogénèse expérimentale on n'obtient que des développements partiels de l'œuf, s'ar-

rêtant, chez les oursins en particulier, au stade de larves. Cependant, il n'est pas rare d'observer la production d'un individu adulte parfaitement constitué et fournissant des produits sexuels; le cycle évolutif peut donc parfaitement se fermer par le moyen de la parthénogénèse expérimentale.

b) *Extension en surface.* — La fécondation de l'ovule par les agents physico-chimiques peut être réalisée chez presque tous les invertébrés. Quelques-uns, comme les cœlentérés, paraissent constituer une exception; c'est probablement parce que, jusqu'à présent, on n'a pas fait beaucoup de recherches sur les œufs de ces animaux.

Quelques exemples de parthénogénèse expérimentale ont été décrits chez les batraciens et les poissons par Dewitz, Kulagin et Bataillon. Henneguy a fait agir sur l'ovule de grenouille un certain nombre de substances (chlorures de sodium, de potassium, de magnésium, de manganèse, sucre de canne, glycose, glycérine, azotates de sodium, de potassium, d'ammonium, sublimé, acide sulfurique, strychnine, vératrine) et n'a pas observé de parthénogénèse proprement dite. Sous l'influence de ces agents, l'œuf présente quelques sillons superficiels, son protoplasma se fragmente, mais on ne voit pas de noyau dans les fragments.

4° Le sexe des produits issus de parthénogénèse expérimentale. — L'absence de toute action du spermatozoïde sur l'ovule fécondé parthénogénétiquement semble impliquer que le produit du dé-

veloppement devra présenter uniquement les caractères de la femelle, puisque celui-ci n'a pas hérité de la substance mâle capable de transmettre les attributs paternels. Les faits donnent un démenti formel à cette opinion. Deux oursins parthénogénétiques obtenus par Delage (1909) et élevés à la station biologique de Roscoff sont morts accidentellement seize mois après leur métamorphose : ils étaient du sexe mâle, ainsi que l'a révélé l'examen microscopique. C'est là un fait extrêmement important au point de vue des théories possibles sur le déterminisme du sexe; il prouve que, chez l'oursin tout au moins, l'ovule possède le substratum de certains caractères mâles.

5° L'autorégulation des chromosomes dans la parthénogénèse expérimentale. — On admet que l'ovule, par l'émission des globules polaires pendant le stade de maturation, réduit normalement de moitié le nombre de ses chromosomes; la conjugaison avec le spermatozoïde aurait pour effet de restituer à l'œuf l'intégrité de la substance chromatique. Il semble donc que, dans la parthénogénèse artificielle, les noyaux de segmentation ne doivent avoir qu'un nombre de chromosomes égal à la moitié du nombre primitif. D'après Delage, les noyaux de segmentation parthénogénétique, par *une autorégulation* dont le mécanisme nous échappe, auraient autant de chromosomes que le pronucléus femelle. Wilson sur les *Toxopneustes* et Stevens sur l'*Echinus microtuberculatus* n'ont pas constaté l'autorégulation numérique des chromosomes décrite par Delage.

6. La parthénogénèse de l'élément mâle. — Chez les êtres inférieurs végétaux et animaux, il n'est pas rare de voir la *microgamète* (cellule mâle) germer soit d'une façon normale, soit d'une façon accidentelle et donner naissance à un individu complètement développé. G. Klebs, Siedlecki ont cité des exemples de ce phénomène. Ainsi, chez les métaphytes et les métazoaires, la microgamète ne conjugue pas son noyau avec celui de la *macrogamète* (élément femelle). Cette dernière cède simplement au spermatozoïde un cytoplasme approprié qui permet le développement ultérieur de la *microgamète*. Si l'on admet que la fécondation consiste essentiellement dans la fusion des pronucléus mâle et femelle, la segmentation du spermatozoïde sans fusion préalable de son noyau avec celui de l'ovule doit être considérée comme un fait de parthénogénèse expérimentale de l'élément mâle[1].

L'ensemble de tous ces faits relatifs à la parthénogénèse expérimentale nous révèle la fécondation sous un jour tout nouveau. Par eux, l'influence mystérieuse du spermatozoïde se trouve éclaircie et réduite à une action physico-chimique que l'homme peut produire à volonté, tout au moins dans certaines espèces. Assurément, chez les animaux supérieurs, la fécondation de l'ovule n'a pas été réalisée par les moyens de la physique et de la chimie. L'échec des

1. On voit combien ce mode de développement de la microgamète au contact d'un fragment non nucléé d'ovule ressemble à la mérogonie; nous avons déjà eu l'occasion d'attirer l'attention sur l'identité possible des deux phénomènes.

tentatives faites à cet égard prouve que les conditions de fécondation sont plus compliquées, mais non d'une nature essentiellement différente chez les animaux supérieurs et chez les invertébrés. L'habitude que nous avons de retrouver dans la série des êtres vivants les mêmes processus généraux tend à nous faire admettre que, chez tous les individus à reproduction sexuée, l'influence du spermatozoïde sur l'ovule est un acte physico-chimique.

CHAPITRE IV

LA PHYSIOLOGIE DE L'ORGANE GESTATEUR

Après la fécondation, le rôle générateur du mâle est terminé; la femelle a encore deux actes importants à accomplir pour la perpétuation de l'espèce : la gestation et la lactation. Nous n'avons pas à parler ici de la grossesse proprement dite, mais nous devons exposer la physiologie de l'utérus dans ses rapports avec le développement de l'œuf et l'expulsion du produit de conception à la fin de la grossesse.

I. — Rôle de l'utérus dans les échanges de matière entre la mère et le fœtus.

Pour assurer le développement de l'œuf, il est de toute nécessité qu'il se forme au niveau des parois utérines un organe spécial, grâce auquel le fœtus pourra emprunter au sang maternel les substances né-

cessaires à l'édification de ses tissus : cet organe se nomme le *placenta.*

Considérée schématiquement, cette formation consiste en une série de villosités issues d'une membrane ovulaire



Fig. 13. — *Représentation schématique des bords du placenta.* (D'après Léopold.)

A, tunique musculeuse de l'utérus. — B, couche glandulaire de la muqueuse utérine, traversée par des vaisseaux maternels C allant s'ouvrir dans les grands lacs sanguins H, H. — E, épithélium amniotique. — D, chorion avec des villosités, dont les unes flottent dans les lacs sanguins, et dont les autres traversant ces lacs vont s'insérer par leur extrémité dans le tissu de la muqueuse utérine.

(le chorion) qui s'engrènent avec des villosités analogues parties de la muqueuse utérine. Chacun de ces bourgeons est pourvu de vaisseaux, d'origine *fœtale* dans les villo-

sités choriales et d'origine *maternelle* dans les villosités utérines. Dans les espaces qui séparent les deux ordres de villosités se trouvent de vastes lacs sanguins dans lesquels débouchent les vaisseaux des villosités utérines. Les capillaires qui sillonnent les villosités choriales ne sont séparés de ces lacs sanguins que par une membrane très mince (fig. 13). On comprend que cette disposition particulière est tout à fait adaptée à la réalisation d'échanges faciles entre la mère et le fœtus.

1. Rôle nutritif du placenta. — Pour assurer la nutrition de l'œuf, le placenta doit livrer passage à plusieurs sortes de substances : 1° à de l'eau; 2° à des sels minéraux; 3° à des albumines; 4° à des graisses.

a) *Passage de l'eau à travers le placenta.* — Il tombe sous le sens commun que le fœtus, pour satisfaire les besoins de son organisme en eau, doit emprunter ce liquide au sang de la mère. Il a été soutenu cependant que le passage de l'eau de la mère au fœtus n'existait pas.

Ott a déterminé chez des lapines et des chiennes la teneur du sang en eau. Puis, par une large saignée, il a enlevé à ces femelles la moitié de leur sang et injecté ensuite une quantité équivalente de solution de NaCl à 6 p. 1000. Le liquide contenu dans les vaisseaux de ces animaux se trouvait de cette façon être très riche en eau. Vers le troisième jour après cette transfusion, Ott a examiné le sang de la mère et celui des fœtus : celui de la mère était beaucoup plus riche en eau que celui des fœtus. — Dans d'autres expériences, Ott retirait un fœtus de l'utérus et évaluait la teneur de son sang en eau; puis, vingt-quatre heures

après cet examen, il saignait la mère et remplaçait son sang par de l'eau salée à 6 p. 1000. Vingt-quatre heures après la transfusion, il examinait le sang de la mère et celui d'un fœtus. Chez ce dernier, la composition du sang était la même que chez le fœtus examiné avant la transfusion; chez la mère, il y avait une hydrémie très notable. L'auteur conclut que l'eau ne passe pas de la mère au fœtus.

Cohnstein et Zuntz (1888) ont critiqué cette conclusion. On sait que le sang dilué avec de l'eau salée tend à reprendre rapidement sa composition primitive. Or, du moment que le sang de la mère, dans l'expérience de Ott, ne reprend pas après l'injection d'eau salée sa composition première, c'est que, pour une raison mal déterminée, il ne s'établit pas de courant de diffusion du sang de la mère vers ses propres tissus. Pourquoi, s'il en est ainsi, l'eau diffuserait-elle du sang de la mère vers celui du fœtus?

Cohnstein et Zuntz, en se plaçant dans d'autres conditions que Ott, sont arrivés à démontrer le passage de l'eau à travers le placenta. Chez des femelles en gestation, ils ont déterminé par la numération des globules rouges la dilution du sang de la mère et de celui d'un fœtus. Ensuite, ils ont injecté à la femelle une solution de NaCl à 30 p. 1000. Après cette injection, Cohnstein et Zuntz ont constaté que la richesse du sang maternel en globules diminue considérablement, beaucoup plus que le comporterait la petite quantité de liquide introduite : le sang de la mère hypertonique a été dilué par l'eau des tissus. En même temps, la richesse du sang fœtal en globules rouges augmente; on est donc fondé à admettre que

le sang fœtal cède une partie de son eau au sang maternel rendu hypertonique par l'injection de NaCl à 30 p. 1000. Cette expérience démontre la perméabilité du placenta à l'eau. Il est vrai qu'elle démontre seulement le passage de ce liquide du fœtus à la mère; il est vraisemblable que le passage inverse doit également se réaliser.

b) *Passage des cristalloïdes à travers le placenta.* — Cohnstein et Zuntz ont également donné la preuve que les substances dissoutes peuvent traverser le placenta. L'injection d'une solution isotonique de sucre pratiquée dans une veine de la mère provoque un enrichissement *considérable* du sang du fœtus en sucre, tandis que la proportion de cette substance diminue dans le sang maternel par rapport à ce qu'elle était immédiatement après l'injection sucrée.

c) *Passage de l'albumine à travers le placenta.* — Cohnstein et Zuntz, s'appuyant sur le fait que l'albumine ne traverse pas les membranes, supposent que cette substance doit être peptonisée pour passer de la mère au fœtus.

Conformément à cette opinion, Ascoli, en 1902, a trouvé dans le placenta, débarrassé de sang autant que que faire se peut, un ferment protéolytique. Celui-ci agit à peine en milieu alcalin, faiblement en milieu neutre et plus activement en milieu acide. Il donne comme produits de digestion de la fibrine, outre des albumoses, de la leucine, de la tyrosine et des bases nucléiques.

Wertheimer a fait observer que la peptonisation préalable des albumines qui doivent franchir la bar-

rière placentaire pourrait n'être pas nécessaire. « L'albumine, dira-t-on, ne traverse pas les membranes. Il faut bien pourtant que les matières albuminoïdes du sérum traversent constamment les parois des vaisseaux pour fournir aux besoins des éléments extravasculaires. D'un autre côté, puisque l'étude de l'absorption digestive nous montre que des matières albuminoïdes non transformées ni peptonisées, arrivent dans les vaisseaux sanguins des villosités intestinales, on ne voit pas pourquoi les villosités placentaires qui sont plongées directement dans le sang maternel ne laisseraient pas passer la sérumalbumine et la sérumglobuline qui y sont contenues. D'ailleurs, aussi bien pour l'absorption intestinale que pour l'absorption placentaire, on est obligé jusqu'à présent, si l'on veut expliquer ces faits, de faire intervenir l'activité vitale des éléments épithéliaux. »

d) Passage de la graisse à travers le placenta. — Ahlfeld a soumis une femelle en gestation à un jeûne de deux ou trois jours, puis il lui a fait prendre un repas de lard. Au bout de douze heures, une certaine quantité de sang a été prélevé sur la mère et sur les fœtus extraits de la matrice. Dans le sang maternel on trouve 8,2 à 9,3 % d'extrait éthéré, dans le sang fœtal, 0,5 à 0,84 %. Cette expérience ne prouve pas péremptoirement qu'il ne passe pas de graisse de la mère au fœtus, puisque l'auteur ne savait pas la teneur en extrait éthéré du sang du fœtus avant l'expérience.

Martin Thiemisch, en 1898, a nourri une chienne dans une première gestation avec de la palmine (extraite de l'huile de coco) et pendant la grossesse

suivante avec de l'huile de lin. Dans les deux cas, la graisse du fœtus avait une composition analogue. Ce fait démontre que la graisse alimentaire ne passe pas directement de la mère au fœtus; mais il n'éclaircit pas, comme le reconnaît Thiemisch, les deux problèmes suivants : 1° la graisse traverse-t-elle réellement le filtre placentaire? (la graisse du fœtus pourrait, en effet, être le résultat du métabolisme des hydrates de carbone ou des albumines); 2° dans le cas où la graisse traverserait le placenta, le traverse-t-elle en nature ou bien après une saponification préalable?

Une observation de Dastre fournit des renseignements précieux pour la solution de ces deux problèmes. Ce physiologiste a constaté, pendant toute la durée de la vie embryonnaire, la présence de petits globules de graisse dans le chorion et même dans la paroi des petits vaisseaux placentaires. Il semble donc que la graisse maternelle traverse le placenta et sans saponification préalable.

e) *Le lait utérin et la nutrition du fœtus.* — Needham, en 1667, a signalé dans le placenta la présence d'un liquide blanc ou faiblement rosé qu'il a appelé le *lait utérin.* Il est particulièrement facile de constater sa présence chez les ruminants; par expression des cotylédons placentaires, on obtient un liquide semblable à du lait, crémeux, alcalin et auquel Hammarsten attribue la composition suivante :

Matières solides.	81,2 à 120,9	p. 1000
Albumine.	61,5 à 105,6	—
Graisses.	10	—
Cendres	3,7 à 8,2	—

La signification du lait utérin avait déjà été indiquée par Haller : *in ruminantibus manifestum fit matrem inter et fœtum, non sanguinis sed lactis esse commercium.* — Le lait utérin servirait donc à la nutrition du fœtus et, de la sorte, le placenta serait, suivant l'expression de Dastre, une véritable mamelle. Cette conception parait justifiée par les observations histologiques de Hoffmann : cet auteur a constaté la présence du lait utérin jusque dans les espaces intervilleux, de sorte que les villosités placentaires pourraient l'absorber directement.

L'organe sécréteur du lait utérin serait, d'après Haller et von Baer, le système des glandes utriculaires de la matrice. D'après Turner et Ercolani, il serait élaboré par un organe formé aux dépens d'un remaniement du derme utérin particulièrement riche en grandes cellules : le lait utérin résulterait de la fonte de ces derniers éléments.

Chez la généralité des animaux déciduates, la présence de lait utérin s'observe seulement pendant les premiers stades du développement et la quantité de ce liquide se réduit beaucoup quand les relations vasculaires entre la mère et le fœtus sont devenues plus intimes. Cependant, chez les ruminants et les solipèdes, cette sécrétion persiste encore jusqu'à des périodes très avancées du développement fœtal.

2. Rôle respiratoire du placenta. — Le placenta ne laisse pas seulement passer des substances nutritives de la mère au fœtus, il est aussi le siège des échanges gazeux s'effectuant entre le sang maternel et le sang fœtal. Déjà Schehl, en 1798, d'après des

expériences faites sur des animaux, écrivait : « Le sang artériel du fœtus qui a été soumis à l'action du placenta et qui retourne par la veine ombilicale est d'un rouge un peu plus vif (tant soit peu) que le sang veineux des artères ombilicales. »

La coloration plus rutilante du sang de la veine ombilicale et sa véritable signification ont été définitivement établies par Zweifel, en 1876. Cet auteur a extrait de la cavité abdominale d'une lapine pleine les fœtus qu'elle contenait et il a pris les précautions nécessaires pour éviter les troubles de la circulation utéro-placentaire. Dans ces conditions, il a vu le sang de l'artère noir et celui de la veine rouge. Il attribue ces différences à une proportion d'oxygène plus forte dans le sang qui a traversé le placenta.

Des analyses de sang pris dans l'artère et dans la veine ombilicale, chez le même fœtus, ont été effectuées par Cohnstein et Zuntz. Le tableau suivant résume leurs résultats :

	Désignation des vaisseaux.	O^2 p. 100	CO^2 p. 100
Premier sujet.	Artère ombilicale. . . .	6,69	46,54
	Veine ombilicale.	11,36	41,82
Deuxième sujet.	Artère ombilicale. . . .	2,3	47
	Veine ombilicale.	6,3	40,5

3. Le rôle excréteur du placenta. — Le rôle excréteur du placenta semble évident *a priori*, car on ne comprendrait pas sans cela comment le fœtus éliminerait ses produits de déchet, à moins d'admettre qu'il les rejette par la sécrétion urinaire dans le liquide

amniotique. En dehors de ce mécanisme possible, est bien établi que certaines substances peuvent passer du fœtus à la mère. Savory a démontré que l'injection de strychnine à un fœtus de chienne provoque des convulsions tétaniformes chez cette dernière. L'expérience de Savory a été confirmée par Gusserow en 1878 et depuis ce moment-là par un grand nombre d'auteurs qui ont expérimenté avec des produits variés.

4. PASSAGE DE SUBSTANCES DIVERSES A TRAVERS LE PLACENTA. — *a*) *Substances minérales.* En 1872, Gusserow a fait ingérer de l'iodure de potassium à des femmes avant l'accouchement. Il a retrouvé cette substance dans les urines du nouveau-né.

Muira, en 1884, a produit la stéatose du foie fœtal en introduisant de l'huile phosphorée dans l'estomac de lapines pleines. Il en a conclu que le phosphore, agent de la dégénérescence graisseuse, était passé de la mère au fœtus. Arcangelis, en 1891, a fait des observations analogues sur des fœtus de chiennes soumises à l'ingestion d'arsenic.

b) *Substances organiques.* — Le passage de l'acide salicylique de la mère au fœtus a été démontré par Benicke en 1876 et par Zweifel en 1877; celui du ferrocyanure de potassium par Fehling en 1877 ; celui du sulfo-indigotate de soude par Zuntz en 1878; celui de l'alcool par Nicloux en 1899.

Le placenta paraît, au contraire, imperméable pour le nitrate de strychnine, l'acétate de morphine, la vératrine, le curare, l'ergotine (Walter), l'aniline,

la toluidine, la méthémoglobine (Wertheimer et Meyer). L'extrait de sangsue, la peptone qui rendent incoagulable le sang de la mère n'empêchent pas la coagulation du sang du fœtus (Wertheimer et Delezenne).

c) *Microorganismes, toxines, substances agglutinantes.* — Bradel, en 1858, et Davaine, en 1867, ont constaté que le sang du fœtus dont la mère était charbonneuse ne transmettait pas la maladie; ils ont conclu de leur observation que le placenta était imperméable aux microbes.

Des recherches ultérieures ont montré, au contraire, que beaucoup de microorganismes peuvent passer de la mère au fœtus : la bactéridie charbonneuse (Arloing), le bactérium coli (Chamberland), le streptocoque de l'érysipèle (Lebedeff), le bacille de la morve (Löffler), le bacille d'Eberth (Chantemesse et Widal), le bacille du choléra (Tizzoni et Cattani), le diplocoque de la pneumonie (Netter), le bacille pyocyanique (Charrin), le bacille de la tuberculose (Johne, Malvoz et Bouvier).

II. — Rôle de l'utérus dans la sécrétion du liquide amniotique.

Le fœtus est immergé dans un liquide appelé *amniotique,* parce que la cavité qui le contient est formée par une membrane ovulaire appelée *amnios.* Ce liquide est, en partie tout au moins, sécrété par la

matrice, comme le prouve l'expérience de Zuntz. Cet auteur, à l'aide d'une technique particulière, a pu injecter une solution de potasse à un fœtus inclus dans l'utérus d'une lapine. Le toxique a provoqué la mort du produit de conception par arrêt du cœur et la mère a continué à vivre. Dans ces conditions, de l'indigosulfate de sodium, administré par voie intraveineuse à la lapine, a coloré en bleu le liquide amniotique. Celui-ci est donc élaboré, totalement ou partiellement, par l'organisme maternel. Une observation de Haidlen permet une conclusion identique : cet auteur a traité par l'iodure de potassium une femme syphilitique dont l'enfant était mort et il a retrouvé l'iode dans le liquide amniotique.

III. — La Motricité utérine.

Une fois que le fœtus est parvenu à terme grâce à l'échange de matière et d'énergie qui s'est effectué au niveau du placenta, la tâche de l'utérus n'est pas encore achevée : cette poche musculeuse doit chasser dans le monde extérieur le produit de conception. Il y a donc lieu d'examiner par quel ensemble de moyens la matrice accomplit cette dernière fonction.

1. Faits démontrant la contractilité utérine. — Il est facile, tout d'abord, de démontrer que l'utérus est contractile. Il n'est même pas nécessaire de recourir à l'excitation électrique : il suffit d'ouvrir la paroi abdominale et d'exposer l'organe à l'air pour

le voir se contracter. Chez les brebis, ces mouvements sont particulièrement nets (Collin). Le corps utérin se resserre et se dilate alternativement soit dans son ensemble, soit dans une partie de sa longueur; les cornes se raccourcissent lentement, se contournent en spirale, se rapprochent l'une de l'autre; elles entraînent dans leurs déplacements les ovaires, les trompes et les ligaments larges. Après être demeurées ainsi un certain temps, elles s'amincissent, s'allongent, se redressent et reprennent leur situation normale. Les ligaments larges, dans l'épaisseur desquels on trouve des faisceaux musculaires, se meuvent aussi très énergiquement et entraînent dans leurs déplacements les ovaires, les trompes, l'utérus même qu'ils rapprochent ou éloignent tour à tour de la colonne vertébrale.

Les mouvements de la matrice deviennent plus énergiques et plus nettement rythmiques pendant le rut et surtout pendant la grossesse. En 1872, Braxton Hicks a constaté, à partir du troisième mois de la gestation chez la femme, des contractions toniques de la matrice perceptibles par le palper abdominal; celles-ci durent trois à cinq minutes et surviennent à des intervalles variant entre cinq et vingt minutes. Chidichimo, contrairement aux affirmations de divers autres observateurs, soutient que les contractions présentent toujours la même fréquence et la même énergie, que la femelle soit gravide ou non gravide.

2. Méthodes d'inscription des contractions utérines. — La contraction utérine a été étudiée gra-

phiquement pour la première fois par Schatz, en 1872. Cet expérimentateur plaçait une ampoule élastique dans le col de la matrice d'une femme en couches, remplissait cette ampoule de liquide et la mettait en communication avec un kymographion.

En 1880, Polaillon a adopté avec quelques modifications le procédé de l'ampoule intra-cervicale; mais au lieu de relier celle-ci à un manomètre à mercure inscripteur, il la faisait communiquer avec une deuxième ampoule, contenue elle-même dans un flacon hermétiquement clos; l'atmosphère du flacon était en relation avec un tambour inscripteur. On comprend le fonctionnement de ce système : une compression exercée par l'utérus sur l'ampoule cervicale faisait dilater l'ampoule incluse dans le flacon; la pression augmentait dans l'enceinte gazeuse péri-ampullaire et, en même temps, dans le tambour inscripteur dont le levier se déplaçait.

Keiffer, en 1896, a utilisé chez la chienne la méthode myographique. Un long fil garni d'un hameçon était accroché au point de bifurcation de l'utérus; le fil, réfléchi sur une poulie, aboutissait à un myographe.

Chidichimo, en 1904, a employé une sorte de compas à deux branches entre lequelles il glissait la matrice et dont l'une portait un tambour explorateur. Le bouton de celui-ci était amené par un rapprochement convenablement gradué au contact de la paroi utérine. Au moment de la contraction de la matrice, le durcissement du muscle soulevait le bouton palpeur, comprimait l'air du tambour explorateur et du même coup celui du tambour inscripteur dont le levier se déplaçait sur le cylindre enregistreur.

3. Analyse de la contraction utérine. — Grâce à ces méthodes, la contraction utérine a pu être inscrite et analysée. On lui distingue plusieurs phases : 1° une première période d'énergie croissante, représentée par une ligne obliquement ascendante; 2° une période de contraction tétanique représentée par un plateau plus ou moins arrondi; 3° une période de relâchement ou d'énergie décroissante représentée par une ligne obliquement ascendante. Sur cette courbe qu'on pourrait appeler *primaire,* se greffent des ondulations *secondaires* correspondant à des mouvements respiratoires de l'animal.

4. Les excitants du muscle utérin. — Parmi les excitants du muscle utérin, il faut distinguer les excitants normaux et les excitants accidentels.

Méritent seuls le nom d'excitants normaux ceux qui interviennent au moment du terme de la grossesse et provoquent l'évacuation utérine. Une hypothèse très probable consiste à admettre que le muscle de la matrice se comporte comme tous les autres muscles creux (vessie, cœur, rectum); une distension suffisante l'incite à se contracter. Cette distension est réalisée par le ou les fœtus dont le volume est devenu considérable au terme de la gestation. En outre, la pression excentrique que subit la matrice par suite du développement fœtal provoque un écrasement des vaisseaux et un état d'anémie assez marqué. Or, divers facteurs qui privent momentanément la matrice de sang font apparaître les contractions : c'est ainsi qu'agissent une brusque saignée (Kehrer, Spiegelberg) et l'excitation du bout périphérique du pneumogas-

trique (Keiffer, Chidichimo). Les mouvements énergiques de l'utérus au moment de la parturition pourraient donc reconnaître pour cause, en dernière analyse, un état d'anémie de l'organe résultant de la dilatation excentrique qu'il subit.

On peut se demander comment l'utérus qui, chez une femelle non gravide, chasse violemment tout corps étranger introduit dans sa cavité, n'expulse pas le fœtus avant le terme de la grossesse. On répondra peut-être que le produit de conception incomplètement développé ne distend pas suffisamment la matrice pour provoquer l'accouchement. Cette réponse ne saurait être considérée comme valable, si l'on songe qu'un embryon tout petit, *quand il est mort*, incite l'utérus à se vider. Il ne serait donc pas illogique de supposer que le fœtus élabore au cours de son évolution des substances empêchant les contractions expultrices de se manifester. Mais cette première hypothèse en nécessite fatalement une seconde : le fœtus, une fois qu'il aurait acquis l'aptitude à la vie extra-utérine, cesserait d'exercer son action empêchante sur les mouvements évacuateurs de la matrice et l'accouchement s'ensuivrait.

Les excitants anormaux ou accidentels sont de nature physique ou chimique. Parmi les premiers, un des plus efficaces et que les accoucheurs mettent en jeu au moment de la parturition chez la femme est l'excitant mécanique. Dans le cas de travail laborieux et de rareté trop grande des contractions utérines, on peut très facilement faire apparaître des douleurs suppl mentaires en pinçant la matrice à travers la paroi abdominale.

Les températures très basses (immersion dans l'eau salée à 5°) et les températures très élevées (immersion dans l'eau salée à 45°) augmentent le tonus de la matrice, accélèrent et renforcent ses contractions. Cette action tonique de l'eau très chaude trouve son application dans la thérapeutique des hémorragies du *post-partum* : on sait qu'on parvient généralement à arrêter l'écoulement sanguin trop abondant par une injection intra-utérine d'eau à 45° ou 50°.

Parmi les excitants chimiques de la matrice, Brown-Séquard a mis en évidence l'influence des produits se formant au moment de l'asphyxie. Chez une lapine dont l'utérus a été mis à nu, il suffit de fermer brusquement la trachée pour voir apparaître, au moment des convulsions asphyxiques, des contractions énergiques de l'utérus.

Röhrig, en 1879, a fait une étude détaillée d'un grand nombre d'excitants chimiques. La strychnine, la picrotoxine, l'ergotine, l'ammoniaque, en injection intra-veineuse, tétanisent la matrice. La nicotine, la caféine, la sabine, l'aloès déterminent des ondulations péristaltiques.

Chidichimo, en 1904, a signalé les effets tétanisants de la cornutine; la strychnine et la quinine, à doses non toxiques, renforcent les contractions en les laissant régulières.

En 1906, Dale, Cushny, Kehrer ont étudié l'action de l'adrénaline sur l'utérus gravide et sur l'utérus à l'état de vacuité. Dans le premier cas, l'injection de cette substance provoque des contractions énergiques de la matrice; dans le second cas, l'injection de cette substance est inefficace. Dale et W.-E. Dixon ont

retrouvé sur l'utérus de femelle gravide et non gravide cette même discordance d'effets avec des bases retirées de la viande putréfiée, l'hydroxyphényléthylamine et l'isoamylamine.

Isaac Ott et J.-C. Scott (1909) ont expérimenté sur le muscle utérin isolé l'action de l'extrait de divers organes. Un morceau de matrice excisé chez une chatte ou une lapine était placé dans un bain rempli de solution de Ringer chauffée à 37°,5. Le lambeau était fixé, d'une part, à la partie inférieure du récipient et, d'autre part, à un levier qui inscrivait ses contractions rythmiques. A un moment donné, les auteurs ajoutaient au liquide de Ringer l'extrait à étudier. Le corps pituitaire, comme, d'ailleurs, l'avait antérieurement signalé Schäfer, produit une augmentation du tonus et de l'amplitude des contractions. La glande mammaire, la prostate, le testicule, la parotide donnent des effets analogues. Le thymus, l'iodothyrine, la spermine, l'extrait d'ovaire, l'adrénaline n'augmentent que très légèrement le tonus du muscle et la hauteur de ses contractions.

A côté de ces divers composés à action excitante, il convient de citer des substances paralysantes. Le chloral, l'atropine, le chloroforme utilisé parfois pour atténuer les douleurs de l'accouchement (*chloroformisation à la reine*), ralentissent et affaiblissent les contractions utérines (Poullet). La morphine doit être aussi considérée comme un poison hypotonique de la matrice (Chidichimo).

5. Influence du système nerveux sur la motricité utérine. — Le système nerveux qui tient

sous sa dépendance la motricité utérine présente à considérer des nerfs centrifuges, des centres et des nerfs centripètes.

a) *Nerfs centrifuges.* — Le nerf moteur principal de l'utérus est le nerf hypogastrique. Son excitation par un choc d'induction provoque une contraction énergique de toute la masse utérine. L'excitation de l'hypogastrique par une série de chocs d'induction très rapprochés produit un tétanos utérin qui, d'ailleurs, ne se maintient pas malgré la continuation de la faradisation. Le pneumogastrique, d'après Keiffer, serait également un nerf moteur centrifuge de la matrice. Chidichimo a montré la part qu'il fallait faire aux phénomènes d'asphyxie dans les mouvements uté rins consécutifs à l'excitation du pneumogastrique (arrêt momentané de la circulation utérine résultant de l'action cardio-inhibitrice du vague).

b) *Centres moteurs de l'utérus.* — Budge, en 1858, a obtenu des mouvements utérins en excitant la moelle chez divers mammifères entre la troisième et la cinquième vertèbre lombaires. D'après Chidichimo, le centre médullaire présidant à la contractilité utérine occuperait chez la chienne non seulement la région lombaire, mais encore la région dorsale entre la dixième et la treizième vertèbre.

Röhrig, en 1879, a montré que l'asphyxie provoque les mouvements énergiques de la matrice en excitant le centre de Budge. La destruction préalable de la moelle lombaire empêche toute action de l'asphyxie sur le muscle utérin.

Beaucoup d'auteurs admettent l'existence d'un

centre bulbaire. D'après Budge, Frankenhaüser, Körner, Hauch, la faradisation du bulbe provoquerait des mouvements énergiques de la matrice. Chidichimo a contesté ce résultat : l'excitation du bulbe, *soigneusement débarrassé de ses méninges,* demeure totalement inefficace.

Bertling, Kehrer, Körner ont observé des contractions utérines énergiques par excitation de l'écorce cérébrale. Chidichimo a répété ces expériences et n'a pas vu le rythme normal des contractions utérines se modifier par excitation de l'écorce. D'après lui, les résultats des observateurs précédents seraient dus à la diffusion de leurs excitations électriques sur les méninges avoisinantes.

Rein, en 1880, a décrit des centres périphériques moteurs de la matrice; ce sont les ganglions sympathiques péri-utérins. Il n'est pas certain que ces masses nerveuses soient réellement des centres, c'est-à-dire qu'elles soient capables de transformer une excitation centripète en excitation motrice. Elles pourraient n'être simplement que des amas de neurones placés sur le trajet des nerfs hypogastriques et n'avoir qu'un rôle de conduction et de relais.

c) *Nerfs centripètes.* — Parmi les nerfs centripètes commandant aux centres des mouvements utérins, il faut distinguer des nerfs à rôle moteur et des nerfs à action inhibitrice.

E. de Cyon, en 1874, a montré que l'excitation du bout central de la cinquième paire sacrée provoque des contractions de la matrice.

Le même effet serait produit, d'après Keiffer, par

l'excitation du bout central du pneumogastrique et par l'excitation des terminaisons nerveuses situées dans le péritoine et les organes pelviens.

Chidichimo a insisté sur le fait que la faradisation des méninges rachidiennes et cérébrales renforce notablement les mouvements rythmiques de l'utérus. Cet effet ne saurait être attribué à la diffusion de l'excitation sur la substance nerveuse sous-jacente, car la faradisation directe de la moelle (dans la région qui ne correspond pas au centre moteur de l'utérus) ou du cerveau privés de leurs enveloppes méningées demeure tout à fait inefficace.

L'existence d'actions centripètes inhibitrices a été mise en lumière par une expérience de Keiffer. L'excitation du bout central du nerf crural provoque un relâchement de la matrice : si l'on inscrit les mouvements rythmiques de l'organe, au moment de la faradisation de ce nerf, le tracé descend au-dessous de la ligne des abscisses.

d) *L'innervation du col utérin.* — Le col possède normalement un certain degré de tonicité qui est sous la dépendance du système nerveux. Keiffer a mesuré chez la chienne par la méthode manométrique la tonicité cervicale. Pour arriver à ce résultat, on peut utiliser le procédé suivant : par une canule introduite dans une corne de l'utérus, on remplit la matrice de liquide; il est évident que la corne opposée doit être elle-même ouverte pour permettre la sortie de l'excédent d'eau. On ligature l'une des cornes et l'autre est mise en relation avec un tube contenant une colonne liquide dont on peut faire varier la hau-

teur. Supposons que la tonicité du col fasse équilibre à une pression de 90 centimètres d'eau. Si, à ce moment, on détruit la moelle lombaire, le liquide s'échappe subitement par l'orifice cervical. La tonicité du col a donc diminué et la moelle lombaire doit être considérée comme un centre tonique du muscle cervical. Ce centre fonctionne par voie réflexe. En effet, soit P la pression maxima supportée par le col à un moment déterminé; on excite le bout central du pneumogastrique et le col fera, pendant cette excitation, équilibre à une pression P' > P. Or, un phénomène inverse s'observe par la faradisation du bout central du crural : le col qui supportait sans laisser échapper de liquide une colonne d'eau déterminée se relâche subitement quand commence l'excitation du nerf et le liquide intra-utérin passe dans le vagin (Keiffer). Le crural est donc un nerf à action inhibitrice réflexe sur le muscle cervical.

6. L'automatisme utérin. — Les diverses expériences relatives à l'influence du système nerveux sur la motricité de la matrice pourraient laisser supposer que la connexion de cet organe avec les divers centres nerveux est indispensable à la production de ses mouvements. Il n'en est rien; l'utérus, comme le cœur, est doué d'un automatisme facile à mettre en évidence : il suffit d'exporter la matrice hors de l'organisme pour voir continuer pendant quelques minutes ses contractions rythmiques. Elle peut, d'ailleurs, être entretenue en survie, grâce à une circulation artificielle de liquide de Ringer-Locke. Kurdinowski, en 1903, a réalisé cette expérience.

L'utérus des mammifères, irrigué avec cette solution, présente des contractions rythmiques énergiques pendant plusieurs heures. Leur amplitude peut être modifiée par des variations de température ou par l'introduction de certains poisons dans le liquide de perfusion. On voit donc qu'il est possible d'exécuter sur la matrice par cette méthode la plupart des recherches faites déjà sur le cœur isolé.

L'étude de la physiologie de l'utérus nous a permis de comprendre comment se développe l'ovule fécondé et comment le fœtus, grâce à la contractilité de l'organe de gestation, peut être expulsé dans le monde extérieur. Après ces divers actes, l'appareil génital proprement dit a terminé son œuvre. C'est une glande annexe, la mamelle, qui maintenant va entrer en fonctionnement.

CHAPITRE V

LA LACTATION

Le fœtus inclus dans la cavité utérine se nourrit aux dépens de substances empruntées au sang de sa mère. Lorsque la vie extra-utérine commence, le produit de conception continue à puiser dans l'organisme maternel les matériaux de son alimentation : c'est alors la sécrétion lactée qui fait les frais de sa croissance

I. — Phénomènes histologiques de la sécrétion mammaire.

Pour comprendre les phénomènes histologiques de la sécrétion mammaire, la glande doit être considérée dans trois périodes particulières : 1° à l'état de repos absolu; 2° pendant la grossesse; 3° pendant la lactation.

1. La glande mammaire a l'état de repos. — La mamelle est constituée par l'assemblage de dix à vingt glandes en grappe composées, dont chacune est munie de son conduit excréteur débouchant au niveau du mamelon. Les culs-de-sac glandulaires sont tapissés par une double couche de cellules épithéliales; la couche interne est formée de cellules prismatiques plus grandes que celles de la couche interne.

2. La glande mammaire pendant la grossesse. — Les culs-de-sac glandulaires se développent pendant la grossesse et les acini deviennent volumineux, tassés les uns contre les autres. Chaque cul-de-sac est limité superficiellement par une mince paroi propre et tapissé intérieurement par une couche de cellules glandulaires. Entre la paroi propre et ces cellules se trouve interposée une couche d'éléments myo-épithéliaux (cellules de Boll). Ceux-ci sont étirés en forme de fuseau et ne forment pas une couche continue; dans les fissures longitudinales qui les séparent s'engagent les prolongements de la base des cellules glandulaires.

Au cours de la grossesse, la mamelle devient très vasculaire; les capillaires forment un riche réseau autour des acini.

3. La glande pendant la lactation. — Il convient de distinguer dans le travail de la mamelle comme dans celui de toute glande deux stades particuliers : *a*) le stade de sécrétion proprement dite, c'est-à-dire d'accumulation des matériaux destinés

à être rejetés ensuite dans les culs-de-sac ; *b*) le stade d'excrétion exo-cellulaire, improprement appelé d'habitude stade de sécrétion.

a) *Période de sécrétion proprement dite.* — Les cellules glandulaires présentent à ce moment la forme d'un tronc de pyramide dont le segment basal est dirigé vers la lumière centrale (fig. 14). Ce segment basal

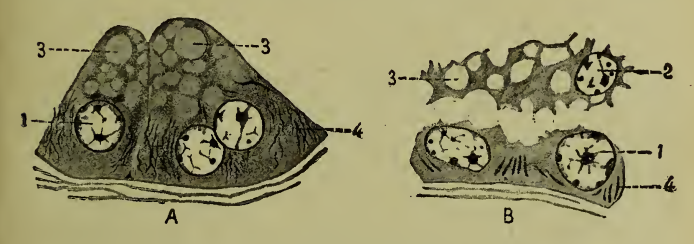


Fig. 14. — *Cellules de la glande mammaire.* (D'après Limon.)
A, au stade de sécrétion, et B, au stade d'excrétion.
1, noyaux. — 2, noyau expulsé avec le produit de sécrétion.
3, globules du lait. — 4, filaments ergasto plasmiques.

renferme des filaments ergastoplasmiques (Limon, 1902). Leur segment apical est chargé de gouttelettes graisseuses et de colloïdes. Les noyaux cellulaires subissent la division directe et se disposent dans chaque cellule en série verticale, l'un des noyaux occupant le segment basal et l'autre le segment apical.

b) *Période d'excrétion.* — Le segment interne des cellules glandulaires se désagrège et met en liberté les produits élaborés dans son épaisseur. Les noyaux apicaux sont ainsi éliminés avec une partie du proto-

plasma qui les environne. La cellule après l'excrétion se trouve diminuée de moitié; la partie qui regarde la lumière de l'acinus est déchiquetée.

II. — Phénomènes chimiques de la sécrétion mammaire.

Le lait est essentiellement constitué par trois éléments principaux : le lactose, la caséine et les graisses. Il importe donc d'examiner par quel processus la mamelle élabore chacune de ces substances.

1. Formation du lactose. — Claude Bernard paraît s'être posé le premier la question, en 1855, de savoir si le lactose est préformé dans la mamelle ou bien s'il résulte d'une action particulière de la glande sur une substance antécédente contenue dans le sang. Les tentatives de ce physiologiste pour déceler le lactose dans le tissu mammaire ont été infructueuses

P. Bert, en 1884, partant du fait que le glycose formé par le foie dérive d'une substance mère, le glycogène, a supposé qu'il existe dans la mamelle une sorte de *lactosogène.* Cet expérimentateur a fait des extraits divers de glande mammaire et essayé d'isoler un corps transformable en sucre par l'acide sulfurique; ses résultats ont été négatifs. — Une autre série d'expériences de P. Bert est plus intéressante. Il enleva les mamelles à des chèvres et fit couvrir ensuite les fe-

melles ainsi opérées. Celles-ci, dans le cours de la gestation, n'avaient pas dans leurs urines de substances réductrices de la liqueur de Fehling. Après la parturition, au contraire, P. Bert observa une glycosurie très marquée. La conclusion de cette expérience paraissait nette : après l'accouchement, l'organisme femelle produit du glycose en abondance et si ce sucre n'est pas utilisé à fournir le lactose du lait, il est expulsé par les urines. Le lactose se forme donc aux dépens du glycose.

Thierfelder (1884) et ensuite Landwehr ne se sont pas arrêtés à l'opinion de P. Bert et ont cru démontrer que le lactose prend origine dans un processus fermentatif survenant dans la mamelle et aux dépens du tissu glandulaire lui-même. Thierfelder a mis des glandes mammaires de chienne et de lapine à macérer dans une solution physiologique de chlorure de sodium à la température ordinaire. Il s'est fait une autolyse que l'auteur croit semblable à celle qui résulte de la fonte des cellules sécrétantes dans les acini. Le pouvoir réducteur du mélange a augmenté et l'auteur en a conclu, sans le prouver d'ailleurs, qu'il s'est formé du lactose.

Les résultats obtenus par P. Bert sur des chèvres à mamelles enlevées avant la parturition ont été vérifiés et complétés par Porcher (1904-1905). Ce dernier auteur a pratiqué l'ablation des mamelles chez des chèvres à la fin de la grossesse. Au moment de la parturition, il a constaté une glycosurie de courte durée, mais très marquée, pouvant atteindre 60 grammes de glycose par litre d'urine. Cette glycosurie est évidemment le résultat d'une hyperglycémie concomi-

tante : les dosages de sucre dans le sang montrent que la glycémie augmente immédiatement après l'accouchement et redevient normale au bout de trois ou quatre jours, quand la sécrétion lactée et l'élaboration du lactose se sont franchement établies. — Porcher et Commandeur ont examiné les urines de huit femmes prêtes à accoucher et ils ont trouvé du glycose en quantité notable dans leurs urines. Cette glycosurie *ante partum* est passagère et disparaît par la suite. Les auteurs l'attribuent au fait que la mamelle, ne fonctionnant pas encore ou fonctionnant mal immédiatement avant et immédiatement après la parturition, ne transforme pas en lactose le glycose produit en surabondance à ce moment. — Porcher cite aussi des cas de glycosurie *post-partum* chez des vaches atteintes de fièvre vitellaire; dans ce cas, l'élimination du glycose se fait par les urines, car la glande mammaire fonctionne mal et ne transforme pas en sucre de lait l'hexose apporté par le sang. — Chez les chèvres ayant subi l'ablation des mamelles pendant la gestation et ayant présenté le jour et le lendemain de la parturition de la glycosurie, on peut quelquefois observer de la lactosurie le surlendemain de la mise bas. D'après Porcher, ce dernier fait serait dû à une ablation incomplète de la glande. Il serait resté quelques lobules qui produiraient du lactose comme chez les femelles dont la lactation n'est pas entravée. Cette substance ne pouvant pas être expulsée au dehors passerait dans le sang par résorption et de là dans les urines.

Kaufmann et Magne (1906) ont dosé comparativement le sucre dans l'artère et dans la veine mammaires.

Quand la glande ne fonctionne pas, sa consommation en glycose est sensiblement la même que celle des autres tissus au repos. Pendant la lactation, le sang qui traverse la mamelle perd, au contraire, une quantité *considérable* de glycose. Ce fait constitue une puissante présomption en faveur de la théorie de P. Bert et de Porcher relativement à l'origine du lactose du lait.

Il resterait, néanmoins, un point obscur à élucider. Le lactose, comme on le sait, est formé par une molécule de glycose et une molécule de galactose; pour réaliser la synthèse de ces deux hexoses, où la glande prend-elle le galactose? Les animaux herbivores et granivores trouvent du galactose dans leur alimentation (Müntz), mais les femelles exclusivement carnivores n'ingèrent pas la moindre trace de cet hexose et cependant leur mamelle fait du sucre de lait. Une expérience de Basch tendrait à prouver, d'ailleurs, que la mamelle ne fabrique pas le lactose avec du glycose et du galactose : en faisant agir de l'extrait glycériné de mamelle sur un mélange de ces deux hexoses, Basch n'a jamais obtenu du lactose.

Par conséquent, à l'heure actuelle, les phénomènes chimiques qui aboutissent à la formation du lactose ne sont pas clairement élucidés. Un seul fait paraît bien établi : c'est que le glycose augmente dans le sang après la parturition si, à ce moment, la glande mammaire ne fabrique pas du lactose. Il est donc rationnel d'admettre que le glucose du sang est l'élément ou un des éléments utilisés par la mamelle pour l'élaboration du lactose.

2. Formation de la caséine. — Kemmerich (1869) paraît s'être préoccupé le premier de l'origine de la caséine. Dans le lait abandonné à lui-même à la température ordinaire, la quantité des albuminoïdes diminue et celle de la caséine augmente. Kemmerich conclut de là que la caséine peut se former à partir des albuminoïdes.

Dahnhardt (1870) a fait agir un extrait glycériné de mamelles de cobaye sur une solution faiblement alcaline d'albumine d'œuf. Il a observé l'apparition d'un précipité qu'il a identifié avec la caséine. D'après Dahnhardt, un ferment contenu dans le tissu mammaire transformerait les albumines ordinaires en caséine.

Schmidt-Mulheim (1883), dans un travail très soigné, a contredit les résultats de ces auteurs et, en particulier, ceux de Kemmerich. Dans l'autodigestion du lait, la caséine, loin d'augmenter, diminue dans la proportion de 10 % et est transformée en peptones ; par contre, la quantité des albuminoïdes vraies du lait n'augmente pas au cours de cette digestion.

Lubavin, en 1871, a démontré que la caséine est une substance nucléinique ; aussi Basch a-t-il essayé de faire de la caséine en partant de l'acide nucléinique. Ce dernier corps mis en présence du sérum sanguin de veau donne naissance à une substance qui, par ses caractères de solubilité, son opalescence avec les sels de Ca et sa coagulation à l'étuve par la présure, pourrait être considérée comme de la caséine. Le processus normal de sa formation dans la glande serait le suivant : l'acide nucléinique mis en liberté par suite de la fonte du noyau se combinerait avec le

sérum sanguin transsudé et donnerait la caséine. — Ces résultats si séduisants obtenus par Basch ont été attaqués par Lobisch. La caséine synthétique de Basch ne coagule pas, quoi qu'en ait dit cet auteur, par le ferment lab; d'autre part, elle est plus pauvre en hydrogène et en carbone, plus riche en oxygène et en acide phosphorique que la caséine vraie.

De l'examen critique de ces divers travaux, il résulte donc nettement que la plus grande incertitude règne sur le mode de formation de la caséine.

3. Formation des graisses. — Relativement à l'origine des graisses du lait, deux points ont été particulièrement étudiés : *a*) les graisses du lait peuvent-elles se former aux dépens des albuminoïdes alimentaires? *b*) les graisses du lait peuvent-elles se former aux dépens des graisses alimentaires?

a) Voit, en 1879, a nourri une chienne en lactation de viande maigre et dégraissée et dosé les graisses du lait avant et après ce mode particulier d'alimentation. Cet auteur a constaté que ce régime ne modifiait nullement la teneur du lait en graisses. Il semble donc que la mamelle puisse transformer en graisse les matières protéiques. Cette conclusion, néanmoins, ne s'impose pas; les albumines ingérées pourraient se déposer dans les tissus sous forme de graisses et la mamelle, dans ces conditions, ferait les graisses du lait avec les graisses tissulaires. L'adipogénie proprement dite ne serait pas un acte de l'épithélium mammaire.

b) La formation des graisses du lait aux dépens des graisses alimentaires a été étudiée par Rosenfeld, en

1879. On sait que les glycérides des acides gras ont la propriété de se combiner à l'iode et que chaque corps gras possède un indice d'iode qui lui est particulier. On conçoit, dès lors, que, si les graisses du lait proviennent directement des graisses alimentaires, on modifiera, suivant la graisse ingérée, la proportion d'iode contenue dans la graisse du lait. Conformément à cette prévision théorique, Rosenfeld a trouvé que, chez la chienne, l'ingestion d'une graisse d'oie iodée faisait apparaître dans le lait des graisses ayant le même indice d'iode que la graisse d'oie. Winternitz (1897), Baumert et Falke (1898), Henriques et Hansen (1899), Gogitidse ont confirmé les résultats de Rosenfeld.

Lebedew a constaté que si l'on fait ingérer à une femelle en lactation des graisses liquides, la proportion des acides gras liquides par rapport aux acides gras solides augmente dans le lait de ces animaux. L'ingestion d'huile d'olives et d'huile de colza augmente notablement, chez la chèvre, la proportion des acides fluides du lait.

Gogitidse a fait prendre à une chienne en lactation de la graisse de porc colorée avec du Soudan III, suivant la méthode de Daddi. Après deux jours, la graisse du lait présente la couleur caractéristique, tandis que la graisse de dépôt ne se colore que quelques jours plus tard. La graisse de l'alimentation peut donc passer directement dans le lait.

Il reste à savoir si les graisses ingérées constituent la source unique des graisses contenues dans le liquide de sécrétion. Caspari (1899) a donné de l'iodipine à des chiennes en lactation. Une proportion de 60 %

de cette substance a passé dans le lait et le reste s'est fixé dans les tissus. Quelque temps après l'administration d'iodipine, cette substance qui est encore dans les tissus se retrouve aussi dans le lait, bien que l'animal n'en ingère plus. Donc les graisses de dépôt peuvent, elles aussi, contribuer à fournir les graisses du lait qui se trouvent ainsi avoir une double origine, alimentaire et tissulaire.

III. — Phénomènes circulatoires de la sécrétion mammaire.

La sécrétion lactée, comme toutes les sécrétions, d'ailleurs, s'accompagne d'une activité circulatoire de la glande plus grande qu'à l'état de repos. Ce fait est facile à constater par la simple inspection extérieure de la mamelle : les veines superficielles, à peine visibles en temps ordinaire, sont, chez la femme qui allaite, saillantes, dilatées et forment sous la peau un réseau très serré. Une incision pratiquée à ce moment dans le tissu mammaire provoque une abondante hémorragie. L'examen des culs-de-sac au microscope révèle l'existence autour d'eux d'un réticulum très riche de capillaires.

IV. — Cause de l'établissement de la lactation.

Il convient de distinguer deux phases dans les phénomènes qui se passent au niveau de la glande mammaire chez la femme fécondée : 1° la phase préalable de développement de la mamelle, avant l'établissement de la sécrétion; 2° la phase de sécrétion proprement dite.

C'est un fait bien connu que la gestation est une cause constante d'hypertrophie mammaire. On sait que, chez la femme en particulier, le développement de cette glande après la cessation des règles est un bon signe de probabilité de la grossesse. L'organe, en augmentant de volume pendant la gestation, paraît se préparer au travail ultérieur qu'il aura à fournir.

Quant à la sécrétion lactée proprement dite, elle est causée par l'interruption de la grossesse. Quelques heures ou quelques jours après que le produit de conception a été expulsé, on peut faire sourdre du lait par compression de la mamelle. Il n'est pas nécessaire que la gestation se soit terminée à son terme normal pour observer cette sécrétion; dans les avortements et les accouchements prématurés, il se produit aussi une montée laiteuse. Il en est de même quand le fœtus meurt dans la matrice et qu'il reste quelque temps sans être expulsé. On peut englober tous ces cas particuliers dans la proposition générale suivante : dès que la circulation placentaire est interrompue chez la femelle gravide, la sécrétion lactée s'établit.

La lactation peut quelquefois se manifester en dehors de tout état de parturition ou de grossesse. Aristote raconte que les chèvres du mont Œta donnent du lait sans avoir reçu le mâle, à la suite de frictions aux orties faites sur leurs mamelles. Harvey parle de lapines qui, n'ayant pas été fécondées, ont les mamelles en état de sécrétion au moment où le part devrait s'effectuer; ces femelles peuvent alors allaiter des petits étrangers. Buffon cite l'exemple d'une chienne qui, sans s'être jamais accouplée, sécrétait du lait à l'époque à laquelle elle aurait dû mettre bas, si elle eût été fécondée au moment du rut précédent; cette chienne nourrissait, d'ailleurs, des petits engendrés par une autre femelle. Delafond, en 1857, possédait une chienne qui, sans avoir reçu le mâle, éprouva un gonflement des mamelles une cinquantaine de jours après le rut et donna du colostrum, puis du lait très blanc. Colin a vu, à la bergerie de l'Ecole d'Alfort, une brebis de six mois qui n'avait point encore été couverte donner une quantité notable d'un lait parfaitement normal. Loisel, en 1906, a publié également une intéressante observation, montrant encore que, chez la chienne, la sécrétion lactée est indépendante de la gestation.

De tout cet ensemble de faits relatifs à des cas de lactation survenant en dehors de toute grossesse, il résulte donc que la sécrétion lactée et la gestation, quoique étant d'habitude des phénomènes connexes, ne sont pas *nécessairement* liées par un rapport de cause à effet.

V. — Influences diverses agissant sur la sécrétion mammaire.

1. Influence de l'alimentation. — L'influence de l'alimentation sur la sécrétion lactée a été l'objet d'un grand nombre de travaux; aussi bien, cette étude présente, au point de vue de la diététique de la nourrice et de l'industrie du lait, un intérêt de premier ordre.

a) *Action des matières protéiques.* — Soubotin, en 1866, a constaté que chez la chienne la lactation est plus abondante au cours d'une alimentation à la viande maigre que pendant une alimentation avec les pommes de terre et de l'amidon.

Stohmann (1872) a nourri une chèvre alternativement avec du foin seul ou du foin additionné de gluten. Il a observé que l'addition du gluten à la nourriture ordinaire augmentait la production de lait. Cette expérience ne tranche pas la question de savoir si la mamelle sécrète plus abondamment sous l'influence des aliments quaternaires que sous l'influence des aliments ternaires. En effet, la ration de foin additionné de gluten possède une valeur calorifique plus grande que la ration de foin seul. On ne sait donc pas si l'effet observé se rapporte à un accroissement de la ration ou à la présence d'albumine.

A cet égard, les recherches de Morgen, Beger et Fingerling sont plus démonstratives. Les auteurs ont opéré sur une grande quantité de chèvres et de bre-

bis. Les animaux recevaient une nourriture riche en hydrate de carbone et fournissaient dans ces conditions un volume déterminé de lait. Ensuite, on remplaçait un certain poids d'hydrates de carbone par une proportion *isodyname*[1] de substances protéiques. Les auteurs ont constaté que la composition du lait n'a pas changé dans ces conditions et que la quantité journalière a augmenté.

Ces recherches établissent donc d'une manière certaine qu'une ration alimentaire riche en matières azotées est favorable à la sécrétion lactée.

b) *Action des hydrates de carbone.* — Morgen, Beger et Westhauser ont nourri des brebis et des chèvres avec des substances riches en albumine et noté la quantité de lait qu'elles produisaient dans ces conditions. Ensuite, ils ont remplacé un tiers des matières protéiques par un poids isodyname de substances hydrocarbonées et ils ont constaté une diminution du volume quotidien de lait sécrété.

Pfeiffer, Schneider et Hepner ont répété l'expérience des auteurs précédents : après la substitution isodyname d'une certaine proportion d'hydrate de carbone à de l'albumine, ils n'ont pas constaté une diminution dans la quantité de lait secrété, mais une moindre richesse de ce lait en substances protéiques et en graisses.

c) *Action des graisses.* — L'addition de matières grasses à une ration déterminée augmente d'une manière notable la richesse du lait en beurre (Henriquez

1. On appelle *isodynames* ou *isotrophiques* des poids d'aliments capables de dégager, par leur combustion, la même quantité de chaleur.

et Hansen, 1890). Ce fait est conforme aux notions que nous avons antérieurement établies sur l'origine des graisses du lait aux dépens des graisses alimentaires. La substitution isodyname, dans la ration d'une femelle qui allaite, de graisse à des hydrates de carbone ne modifie pas la quantité de lait sécrété, mais augmente la teneur de ce liquide en graisses (Morgen, Beger et Fingerling).

d) *Action de l'eau.* — Eckhardt a essayé de faire croître la quantité de lait sécrété en injectant de l'eau dans les veines de femelles en lactation; il a obtenu des résultats négatifs.

Schnorrenpfeil (1892) et Koch (1901) ont fait des expériences analogues et n'ont pas constaté une augmentation notable du lait sécrété.

e) *Action des sels et de diverses substances alimentaires.* — Au point de vue de l'action des sels sur la sécrétion lactée, le chlorure de sodium paraît seul, parmi les produits étudiés, avoir une influence évidente. Fingerling a ajouté du NaCl dans la nourriture de chèvres en lactation et a constaté un accroissement du lait produit journellement.

Diverses substances qui sont ingérées par l'homme et les animaux modifient non pas la quantité, mais la qualité du lait sécrété. Le chou, le tourteau de navettes, la paille d'orge, les fleurs de châtaignier, les feuilles d'artichaut, les marrons d'Inde communiquent à ce liquide un mauvais goût; les labiées lui donnent une saveur qui peut être agréable; l'ail, l'oignon, une odeur rappelant celle de liliacées.

2. Influence du repos. — Le repos, la stabulation, d'après Playfair, augmentent la quantité de lait et la proportion de beurre, mais diminuent celle de caséine. Au contraire, l'exercice rend la proportion de caséine plus forte et fait baisser celle de matière grasse.

3. Influence de la fréquence de la traite. — Quand la mamelle est pleine et distendue, la lactation se ralentit. Si on trait la femelle assez fréquemment pour que les acini ne soient jamais trop gonflés, la sécrétion est facilitée : la quantité totale de lait fourni dans la journée est plus considérable que chez les femelles traites à intervalles éloignés (expérience de Colin). En d'autres termes, le liquide susceptible d'être déversé dans les canaux excréteurs croît en raison inverse des résistances qui lui sont opposées.

4. Variations de la sécrétion lactée au cours d'une lactation. — Quelques jours avant et après le part, le lait, dans toutes les espèces, est jaunâtre, d'une saveur peu agréable et contient peu de caséine. L'abondance de la sécrétion s'accroît peu à peu jusqu'à un maximum à partir duquel elle diminue. De même, la densité de ce liquide et les principes qu'il contient augmentent à mesure que le jeune devient plus gros et a besoin d'une nourriture plus substantielle. On saisit toute l'importance de cette notion au point de vue de l'alimentation du nourrisson : le lait maternel ou celui d'une femme ayant accouché en même temps que la mère sont seuls adaptés au tube digestif et aux besoins d'un enfant déterminé.

5. Influences diverses. — L'influence de l'ablation des ovaires sur la prolongation et l'abondance de sécrétion lactée est un fait mis depuis longtemps en lumière par les vétérinaires chez la vache (Winn, 1831; Levrat, 1834). En 1905, Océanu et Babès ont constaté que, chez la brebis, l'ovariotomie fait disparaître l'odeur hirsine du lait, rend la sécrétion plus abondante, prolonge sa durée, augmente la proportion de beurre et de caséine et diminue celle dulactose. Nous aurons, d'ailleurs, à revenir sur des faits de cet ordre dans l'étude de corrélations fonctionnelles de l'ovaire et des autres organes de l'économie.

La mamelle est très sensible à l'action des rayons X. J. Cluzet, en collaboration avec A. Soulié et L. Bassal, a fait des irradiations de mamelles de cobaye et de lapine soit à la période d'atrophie physiologique de la glande entre deux gestations, soit à la période de développement pendant la grossesse. Pratiquée pendant la gestation, l'exposition aux rayons X arrête l'hypertrophie de la mamelle; pratiquée pendant la période de repos glandulaire, elle empêche l'hypertrophie gravidique de se produire dans les gestations ultérieures.

VI. — Rôle du système nerveux dans la sécrétion mammaire.

Dans la plupart des glandes de l'économie, les phénomènes de sécrétion sont sous la dépendance du système nerveux. Il est donc naturel de supposer que

la mamelle fonctionne, après la gestation, par suite d'une excitation qui lui viendrait des nerfs afférents. Les faits expérimentaux, envisagés relativement à cette conception, sont les uns *positifs*, les autres *négatifs*.

1. Faits positifs. — Röhrig, en 1876, chez une chèvre en lactation curarisée, a introduit un cathéter muni d'un aspirateur dans le sinus galactophore d'une mamelle. Il pouvait, dans ces conditions, faire des aspirations périodiques du liquide sécrété. Röhrig a constaté que la section de la branche gandulaire du nerf mammaire ralentit la sécrétion. L'excitation du bout périphérique de ce même nerf augmente, au contraire, la quantité de lait produit.

En 1879, Laffont a repris cette étude, guidé par l'idée que toute sécrétion se fait par le concours simultané de nerfs sécréteurs et de nerfs vaso-dilatateurs. Chez une chienne en lactation curarisée, l'auteur a découvert le nerf et l'artère mammaires et introduit dans le vaisseau un ajutage en T permettant de prendre la pression latérale du sang à ce niveau. L'excitation du nerf mammaire non sectionné avec un courant induit faible provoque une petite élévation de pression suivie d'un abaissement très marqué. On observe, en même temps, la turgescence de la glande et l'érection de mamelon. Si on excite le bout périphérique du nerf sectionné, on provoque simplement un abaissement de la pression (sans élévation préalable) et la congestion de la mamelle. La compression de la mamelle correspondant au nerf excité provoque la sortie d'un jet de lait abondant; la compres-

sion des autres mamelles ne donne que quelques gouttes de liquide. L'auteur conclut de ces expériences que le lactation est sous la dépendance de fibres nerveuses sécrétoires et de fibres nerveuses vaso-dilatatrices.

Mironow a expérimenté sur des chèvres en lactation à qui il a fait comparativement la section unilatérale et la section bilatérale des nerfs mammaires. Cette dernière opération serait seule capable de diminuer la quantité de lait produite par l'animal.

Heidenhain et Partsch ont observé, chez une chienne en lactation curarisée, un phénomène analogue à la sécrétion paralytique signalée pour d'autres glandes. La section du nerf mammaire provoque une augmentation du liquide sécrété par la mamelle. Ces auteurs ont opéré aussi sur des chattes et des lapines et observé les mêmes résultats que chez la chienne.

2. Faits négatifs. — En 1855, Eckhard réséqua le nerf mammaire sur une étendue de plusieurs centimètres chez une chèvre en lactation et compara, six jours après l'opération, la quantité de lait produite avec celle que donnait l'animal avant la résection. La quantité et la composition du lait étaient les mêmes dans les deux cas. Eckhard conclut de ses recherches que la sécrétion lactée n'est pas sous la dépendance du système nerveux.

De Sinéty, en 1879, réséqua le nerf mammaire chez des femelles de cobaye en état de gestation. Au moment de la parturition, la sécrétion mammaire se produisit, bien que la glande fût, en apparence, isolée du système nerveux.

Les expériences de Eckhard et celles de de Sinéty ne sont pas absolument décisives pour permettre d'affirmer l'indépendance de la lactation vis-à-vis de toute action nerveuse; on sait, en effet, que les parois vasculaires contiennent des ramuscules nerveux susceptibles d'apporter à la mamelle des excitations parties des centres.

Cette critique adressée aux travaux précédents ne s'applique pas à ceux de Goltz et Ewald. Ces auteurs ont enlevé à une chienne pleine toute la partie de la moelle qui se trouve au-dessous de la troisième dorsale jusqu'à la queue de cheval. Dans ces conditions, tous les filets nerveux que le microscope peut déceler dans la mamelle dégénèrent. Néanmoins, la sécrétion lactée se produit normalement au moment de la parturition. Cette expérience est la preuve que la lactation relève d'un mécanisme indépendant du système nerveux.

Mironow, en 1895, dans une série d'expériences moins démonstratives que celles de Goltz et Ewald, sectionne chez des chèvres en gestation les nerfs qui se rendent à la mamelle et constate que la sécrétion lactée après la mise bas s'établit très régulièrement. Ces recherches sont passibles des critiques déjà adressées à celles de Eckhard et de de Sinéty : la glande pouvait recevoir, dans le cas des expériences de Mironow, des filets nerveux contenus dans la paroi des vaisseaux.

Ribbert, en 1898, a extirpé les mamelles à des femelles de cobaye âgées de quelques jours seulement et les a transplantées sous la peau du pavillon de l'oreille. Plus tard, ces femelles ont été fécondées : les

mamelles se sont gonflées pendant la grossesse et ont donné du lait après le part. Cette intéressante expérience, confirmée par Pfister (1901), paraît démontrer péremptoirement l'indépendance de la sécrétion lactée vis-à-vis du système nerveux. Elle est passible, toutefois, d'une objection apparemment peu fondée : il n'est pas absolument prouvé que les greffes ne sont pas envahies par des filets nerveux partis des tissus environnants.

Ces divers faits expérimentaux, et en particulier ceux de Goltz et Ewald et ceux de Ribbert, fournissent donc un appui solide à la conception d'après laquelle la sécrétion lactée ne serait ni produite ni entretenue par un stimulus venu du système nerveux.

VII. — L'existence d'un processus humoral d'excitation de la glande mammaire.

L'examen des faits précédents a naturellement porté les auteurs à attribuer la lactation à des substances chimiques agissant par voie sanguine sur la mamelle pendant et après la grossesse.

Hildebrandt avait remarqué que la glande mammaire à l'état d'activité est le siège *in vitro* d'une autolyse intense et il s'est posé la question de savoir si le placenta ne serait pas susceptible de modifier la grandeur de ces phénomènes autolytiques. Cet auteur a donc dosé séparément les produits d'autolyse du placenta et de la mamelle; puis il a soumis à l'au-

tolyse le placenta et la mamelle placés dans un même récipient. Dans ce dernier cas, les produits autolytiques obtenus de ce mélange ne représentent pas la somme des deux processus autolytiques s'étant exercés sur les pulpes séparées. Le placenta exerce donc, d'après Hildebrandt, une action inhibitrice sur l'autolyse mammaire et empêche la sécrétion. Après la parturition, cette influence empêchante cesse et la lactation s'ensuit. — Cette conception est loin de satisfaire complètement l'esprit. D'abord, pour assimiler la sécrétion lactée à un phénomène d'autolyse, il faudrait admettre la possibilité d'une autolyse extrêmement rapide telle qu'on ne l'a jamais vue expérimentalement *in vitro*. D'autre part, même en admettant la légitimité de la conclusion tirée par Hildebrandt du fait expérimental observé, il resterait à expliquer par quel processus les phénomènes autolytiques tendent à augmenter dans la mamelle au cours de la gestation.

Halban (1905) a émis une hypothèse assez analogue à celle de Hildebrandt. L'action du placenta sur la glande mammaire serait double : d'une part, protectrice, c'est-à-dire s'opposant aux processus de désassimilation, et, d'autre part, stimulante, c'est-à-dire poussant la glande à fonctionner et à se désintégrer. Après l'accouchement, l'action stimulante persisterait seule (on ne comprend, d'ailleurs, pas pourquoi), et l'action protectrice cesserait. Cette théorie est, comme on le conçoit, une pure vue de l'esprit et logiquement contestable.

Une conception plus séduisante basée sur des faits expérimentaux est celle de Lane Claypon et Starling

(1905). Ces auteurs ont constaté que l'injection d'extraits d'utérus ou des annexes prélevés sur des lapines pleines ne produit aucune action sur des femelles non gravides. L'injection d'extrait de fœtus, au contraire, provoque chez des femelles non gravides une hypertrophie notable de la mamelle. On est donc fondé à admettre que pendant toute la grossesse, le fœtus libère un produit, une *hormone* (ὁρμάω, j'excite) qui agit sur la glande mammaire et l'incite à se développer. En outre, Lane Claypon et Starling ont constaté qu'au moment où ils cessaient les injections d'extrait de fœtus, la sécrétion lactée pouvait se manifester chez des lapines non gravides. Ce fait semble donc indiquer que l'extrait de fœtus, en même temps qu'il produit le développement de la mamelle, inhibe sa sécrétion; ainsi s'expliquerait parfaitement l'apparition du lait après la parturition.

Les expériences de Bayliss et Starling ont été vérifiées par C. Foa (1908), en ce qui concerne l'action de l'hormone sur l'hypertrophie gravidique de la mamelle. De plus, cet auteur a démontré que l'hormone n'est pas spécifique : l'extrait de fœtus de vache est actif chez une lapine vierge. — C. Foa a tenté de vérifier directement sur une femelle déjà en lactation le prétendu effet inhibiteur de l'extrait fœtal sur la sécrétion mammaire. Cette expérience, si elle eut donné un résultat positif, aurait vérifié la théorie de Lane Claypon et Starling. Mais Foa n'a observé aucune modification de la lactation chez des femelles auxquelles il injectait de l'extrait de fœtus.

De ces expériences de Starling et Lane Claypon, il reste donc un fait très probable, l'hypertrophie de la

mamelle produite pendant la gestation par une sécrétion interne venue du fœtus. Les autres déductions tirées des faits observés par ces auteurs sont plus contestables.

L'hormone fœtale n'est, d'ailleurs, pas le seul excitant susceptible de provoquer le développement de la glande mammaire. Une autre influence signalée récemment par Bouin et Ancel (1909) exerce assurément une action très efficace. Ces auteurs attribuent au corps jaune la multiplication cellulaire qui apparaît dans la glande pendant la gestation. Ils ont étudié comparativement la structure de la glande chez des lapines impubères, chez des lapines adultes n'ayant pas de corps jaune dans leurs ovaires et enfin chez des lapines porteuses de corps jaunes apparus après coït avec un mâle stérile ou après rupture artificielle des follicules mûrs. Chez les femelles dont les ovaires portaient des corps jaunes, les conduits excréteurs de la mamelle et les acini glandulaires se sont multipliés activement et, dès le quatrième jour après l'apparition des corps jaunes, les glandes mammaires sont devenues confluentes. — Cette théorie ne vise évidemment que le mécanisme de l'hypertrophie des mamelles préparatoire de la lactation; elle laisse indéterminée la cause intime de la sécrétion mammaire elle-même.

Dans le but d'élucider cette dernière question, quelques expérimentateurs ont cherché à déceler dans le sang de la femelle qui allaite des substances spéciales destinées à exciter la sécrétion mammaire. Knopfelmacher, en 1902, a injecté à des femelles non couvertes du sérum de femelles en lactation et n'a pas vu les mamelles s'hypertrophier ni sécréter du

lait. Foa a fait circuler dans la mamelle d'une femelle qui allaitait le sang d'une femelle vierge. Or, dans ces conditions, la sécrétion lactée a persisté et s'est montrée aussi abondante que pendant l'irrigation de la glande avec le sang de la femelle qui allaitait.

Que conclure de l'exposé impartial des faits objectifs et des théories relatifs au mécanisme de la sécrétion lactée? Deux points paraissent bien établis : d'une part, l'action de l'extrait de fœtus, d'autre part, celle du corps jaune sur le *développement* de la glande mammaire. Mais l'incertitude devient beaucoup plus grande quand il s'agit de préciser le mécanisme de la ***sécrétion*** lactée proprement dite. Prétendre que le fœtus pendant la grossesse exerce une action inhibitrice sur l'épithélium sécrétoire, c'est formuler une hypothèse qu'aucun fait positif ne confirme *directement*. Dire que la lactation est un phénomène périodique comme l'ovulation et le rut, c'est faire une constatation, mais ce n'est pas donner une explication.

Enfin, sous l'influence de quel excitant, pendant les mois d'allaitement, la mamelle continue-t-elle à sécréter? Ce problème paraît extrêmement obscur si l'on songe que la glande énervée ou irriguée par le sang d'une femelle vierge (expérience de Foa) n'en poursuit pas moins son travail.

VIII. — L'excrétion lactée.

L'excrétion du lait a ceci de particulier qu'elle n'est point spontanée comme celle des autres produits de

sécrétion. L'orifice commun des canaux galactophores ou les orifices plus ou moins nombreux de ces canaux sont entourés d'un mamelon rétractile qui les tient constamment fermés et qui ne leur permet de s'ouvrir que par le secours d'une pression étrangère ou d'une aspiration exercée de l'extérieur (succion du nourrisson qui tète). Le mamelon, quelles que soient, d'ailleurs, sa forme et ses dimensions, représente un tube à parois rétractiles et élastiques qui tendent toujours à se rapprocher et à tenir fermé l'orifice qui livre passage au lait.

Ce liquide s'échappe quelquefois spontanément au dehors; c'est lorsque la sécrétion est très abondante et qu'on néglige de traire les femelles privées de leurs petits. Dans ce cas, les conduits galactophores et le sinus du mamelon sont tellement distendus que la pression à laquelle le liquide est soumis triomphe de la rétraction élastique du mamelon. Un écoulement semblable a lieu d'une manière continue si l'on engage un tube dans le conduit galactophore; alors le lait s'échappe poussé par la *vis a tergo*.

On sait que la succion et même le simple attouchement du mamelon provoquent une augmentation de volume de cet organe et une sorte d'érection. On a tout d'abord supposé que cette formation contenait du tissu caverneux, mais les histologistes ont montré la fausseté de cette hypothèse. L'érection du mamelon est due probablement à la contraction de ses fibres musculaires lisses; toutefois, il resterait à préciser le mécanisme par lequel les fibres peuvent provoquer l'exode de cet organe hors du tissu mammaire où il est d'habitude plus ou moins enfoui.

IX. — La sécrétion lactée chez le mâle.

Chez le mâle adulte, les glandes mammaires peuvent, dans des cas exceptionnels et sous l'influence d'excitations mal connues, donner une sécrétion lactée assez abondante.

Aristote parle d'un bouc de Lemnos qui fournissait de grandes quantités de lait et qui transmit cette faculté à un de ses descendants. Geoffroy Saint-Hilaire, en 1845, a observé un bouc du Muséum dont les mamelles volumineuses sécrétaient chaque jour de 2 à 5 décilitres d'un liquide lactescent : cet animal, d'ailleurs, a pu allaiter un produit né de la copulation de ce bouc avec une chèvre. De Humboldt a cité le cas d'un Indien qui allaita cinq mois son enfant dont la mère était malade[1]. De nombreux exemples de développement exagéré des mamelles et de sécrétion lactée ont été signalés chez des hommes dont les testicules étaient atrophiés ou absents. Les observations de Hammond sont particulièrement intéressantes à cet égard. Il existe dans le Nouveau-Mexique une peuplade appelée les « Mujerados » (du mot espagnol *mujer*, femme). Quelques hommes de cette tribu ont des mamelles très développées et capables de sécréter du lait; un de ces individus, d'après Hammond, aurait allaité plusieurs enfants sans mère.

1. Ce fait et les précédents ont été empruntés à Colin, *Physiologie comparée des animaux*, II, 1873, 886.

DEUXIÈME PARTIE

LES ORGANES GÉNITAUX ENVISAGÉS COMME ORGANES UTILES A L'INDIVIDU

Jusqu'ici nous avons envisagé les organes génitaux mâles et femelles uniquement dans leurs actes destinés à la perpétuation de *l'espèce*. Mais ces organes — et particulièrement le testicule et l'ovaire — possèdent aussi des fonctions utiles au développement et à la conservation de l'individu : ils déterminent la forme extérieure du corps (*action morphogène*) ; ils contribuent à la régulation de sa nutrition (*action nutritive*) ; ils élaborent des produits qui excitent l'activité des divers organes (*action fonctionnelle*) ; enfin ils contiennent des substances qui, injectées à des animaux, se conduisent comme des poisons violents (*action toxique*) [1].

1. Cette classification des actes indépendants de la reproduction accomplis par les glandes génitales a été proposée par E. Gley dans ses belles leçons inédites faites au Collège de France (1908-1909) sur *les corrélations fonctionnelles*.

Dans le chapitre premier, nous établirons les preuves des actions morphogène, nutritive, fonctionnelle et toxique exercées par les glandes sexuelles. Dans le chapitre II, nous étudierons le mécanisme (humoral ou nerveux) de ces diverses actions. Dans le chapitre III, nous fixerons le siège anatomique des éléments qui les produisent. Enfin, le chapitre IV sera réservé à l'examen des corrélations fonctionnelles unissant les organes génitaux aux autres organes de l'économie.

CHAPITRE PREMIER

PREUVES DE L'ACTION MORPHOGÈNE, NUTRITIVE, FONCTIONNELLE ET TOXIQUE EXERCÉE PAR LES GLANDES GÉNITALES

Comme son titre même l'indique, ce chapitre comporte l'exposé successif de quatre ordres de faits : I. Faits établissant le rôle morphogène ; II. Faits établissant le rôle nutritif ; III. Faits établissant le rôle fonctionnel ; IV. Faits établissant le rôle toxique des glandes génitales.

I. — Faits établissant le rôle morphogène des glandes génitales.

On appelle action morphogène des glandes génitales l'influence exercée par le testicule et l'ovaire sur l'habitus extérieur de l'animal et sur la forme de ses organes. Les faits relatifs à cette action particulière

peuvent se grouper en deux catégories : 1° le rôle des glandes génitales dans l'apparition des caractères sexuels secondaires; 2° le rôle des glandes génitales dans le développement du tissu osseux.

§ 1. — Le rôle des glandes génitales dans l'apparition des caractères sexuels secondaires

La différenciation des sexes s'effectue en deux étapes chez la plupart des animaux. Le corps de Wolff, à l'état indifférent chez l'embryon, évolue à un moment donné soit vers le type mâle, soit vers le type femelle et donne naissance à des organes permettant de connaître déjà le sexe du produit : l'individu, à partir de ce moment, possède les *caractères sexuels primaires*. Mais à une époque beaucoup plus avancée de son évolution, les différences existant entre le mâle et la femelle vont encore s'accentuer : l'animal acquiert ce que Hunter a appelé les *caractères sexuels secondaires*. Quelques exemples montreront nettement en quoi ils consistent.

On sait que le mâle de la grenouille se distingue aisément de la femelle par la présence d'un durillon volumineux au niveau du pouce (pelote) et une hypertrophie considérable des muscles de l'avant-bras. Ce caractère différentiel entre les deux sexes n'existe pas chez les animaux très jeunes et ne se montre qu'à un stade relativement avancé de leur évolution, correspondant à ce qu'on appelle la puberté dans l'espèce humaine. Les durillons du pouce et le grand développement des muscles de l'avant-bras, présents chez le mâle et absents chez la femelle, constituent des caractères sexuels secondaires. Chez les oiseaux,

le mâle peut acquérir à un moment donné un plumage différent de celui de la femelle, s'armer d'éperons, s'orner de caroncules et autres organes érectiles hypertrophiés et turgescents. Chez les mammifères, des différences aussi frappantes se manifestent. Les boucs, les béliers ont des cornes beaucoup plus volumineuses que celles de la chèvre et de la brebis. Chez certains singes (*Mycetes caraya*, *Pithecia Satanas*), la tête du mâle pubère porte une longue barbe. Enfin, chez l'homme, vers quatorze ou quinze ans, le système pileux se développe à la face, au pubis, aux aisselles; la voix devient plus grave, le système musculaire plus développé que celui de la femme et les organes sexuels jusqu'alors infantiles prennent les proportions de ceux de l'individu adulte.

Il est évident que, chez la femelle, il existe également des caractères sexuels secondaires. Chez la femme, en particulier, c'est un fait bien connu qu'au moment de la puberté les poils apparaissent sur le mont de Vénus et la vulve, les mamelles s'hypertrophient, la base du cou s'élargit, le bassin s'accroît suivant ses deux diamètres transversal et antéro-postérieur, et les fesses se couvrent d'un épais pannicule adipeux.

1º Faits établissant le rôle du testicule sur le développement et le maintien des caractères sexuels secondaires. — Pour mettre en évidence l'action du testicule sur le développement et sur le maintien des caractères sexuels secondaires, on a pratiqué deux ordres d'expériences : *a*) des expériences de castration prépubérale; *b*) des expériences de castration postpubérale.

a) *La castration prépubérale.* — On donne ce nom

à l'opération qui consiste à enlever les testicules chez l'animal tout jeune avant le développement de la puberté.

La castration prépubérale a pour conséquence des modifications dans le développement des organes génitaux, des phanères, du larynx et du système musculaire.

On sait depuis bien longtemps que l'ablation des testicules pratiquée chez les animaux jeunes empêche les organes génitaux d'acquérir leurs dimensions normales.

Grüber (1847) et surtout Godard (1856-1862) ont démontré l'absence de développement de la prostate chez l'homme châtré dès sa première jeunesse. La comparaison du bœuf et du taureau, du cheval hongre et du cheval entier, du cobaye pourvu de ses testicules et du cobaye châtré ont prouvé l'action trophique des testicules sur la prostate et les vésicules séminales (Launois, 1894; A. Lode, 1895). Les réflexions analogues peuvent être faites concernant le pénis. Il existe en Roumanie une secte religieuse appelée les Skoptzy chez lesquels les individus subissent la double castration. Leur pénis demeure beaucoup plus petit que celui des autres sujets du même groupe ethnique (Pittard). Chez les hommes présentant naturellement de l'insuffisance testiculaire (petitesse des glandes, absence de spermatozoïdes dans le liquide éjaculé), on constate souvent l'atrophie de la verge. Une observation de de Beurmann et Roubinovitch est particulièrement démonstrative à cet égard : un individu à testicules atrophiés avait, parvenu à l'âge adulte, un pénis mesurant 2 centimètres de long à l'état flasque et 4 à 5 centimètres à l'état d'érection.

L'influence du testicule sur le développement des phanères avait déjà été soupçonnée d'après l'observation de certains oiseaux dont le plumage change d'as-

pect en même temps que la glande entre en activité périodique au moment des amours.

Le combattant mâle (*machetes pugnax*) acquiert au printemps une riche collerette qui persiste deux mois environ. Certains oiseaux de paradis portent à la saison de l'accouplement des longues plumes latérales qui tombent ensuite. — D'après L. Bureau (1879), un palmipède habitant l'Océan Glacial du Nord, *Fratercula artica*, présente pendant la période génitale des formations cornées volumineuses au niveau du bec et des paupières. Dès que l'oiseau a accompli son office de reproducteur, les formations cornées disparaissent. — Loisel a rapporté des faits de même ordre relatifs à un oiseau de Madagascar, le Foudi (*Foudia Madagascariensis*). En dehors des périodes de reproduction, le plumage du foudi ressemble à peu près à celui de notre moineau; à l'époque des amours, au contraire, il prend une belle couleur rouge vermillon (*parure de noce*). Or, on observe une croissance considérable du testicule au moment de l'apparition de cet éclatant plumage. Il est donc probable que la glande génitale provoque par une activité particulière ces changements de pigmentation.

L'aspect extérieur du chapon, comparé à celui du coq, témoigne encore plus évidemment en faveur d'un rôle exercé par le testicule sur les phanères. On sait que la crête qui est très développée, rouge et turgescente chez l'animal entier, est petite, pâle et affaissée chez l'oiseau châtré. La queue est composée chez le coq de plumes longues, incurvées en forme de faucille et formant un élégant panache; chez le chapon, les plumes de la queue sont courtes et droites. La preuve péremptoire que ces différences existant entre les deux animaux est due à l'absence de testicules chez l'un d'eux a été donnée par le physiologiste allemand A. Foges (1902). Cet auteur a transplanté chez des chapons des testicules de coq. Dans ces conditions, les plumes de la queue sont devenues abondantes, longues et incurvées comme chez l'oiseau entier.

A. Pézard, au cours de recherches encore inédites faites sous la direction de E. Gley, a produit par la castration une telle modification des caractères sexuels secondaires chez des poulets que les coqs entiers de la basse-cour cochaient à chaque instant les castrats qu'ils prenaient assurément pour des poules (*communication orale*).

Nussbaum, en 1906, a vu que, si on enlève les testicules chez le mâle de *Rana fusca* pendant son jeune âge, les pelotes du pouce (production caractéristique du sexe masculin) n'apparaissent pas et le doigt reste sensiblement identique à celui de la femelle. D'autre part, chez des mâles châtrés pendant leur jeune âge, Nussbaum a inséré sous la peau du dos des fragments de testicule : dans quelques cas, les greffes ont pris et provoqué l'apparition des durillons.

Chez les mammifères, on trouve encore des exemples de l'action du testicule sur les phanères : chez le taureau, les cornes sont plus longues et plus épaisses que chez un animal de même race châtré. Chez le mouton châtré, la laine est plus fine et moins abondante que celle du mouton entier (Cornevin).

Chez l'homme, les hasards de la clinique et l'observation des castrats et des eunuques ont permis des constater des faits tout aussi nets que ceux observés chez les animaux. Les eunuques qui subissent dès leur jeune âge l'ablation complète des testicules et de la verge, les Skospsky qui sont simplement châtrés, certains cryptorchides qui présentent des testicules atrophiés, les individus atteints du syndrome morbide décrit par Rummo et Ferranini sous le nom de *gérodermie génito-dystrophique* ont été à ce point de vue un champ fertile en observations précieuses. Chez tous ces sujets, les phanères présentent un aspect caractéristique : les poils sont rares au pubis; la barbe, la moustache et les sourcils n'existent pour ainsi dire pas; les mamelles sont fréquemment hypertrophiées.

Le défaut de développement du larynx chez les hommes châtrés dans leur jeune âge a été mis nette-

ment en évidence par Dupuytren. Cet organe est, chez les castrats, d'un tiers plus petit que chez les sujets normaux; aussi leur voix reste-t-elle grêle et aiguë. — L'action du testicule sur le larynx a été vérifiée par A. Pézard (1910) au cours d'expériences faites sur des chapons; ceux-ci ont un cri spécial bien différent du chant habituel du coq : c'est un son guttural, assez monotone et bref (*communication orale*).

Enfin on sait que les individus à testicules enlevés ont d'habitude un système musculaire peu développé et analogue à celui de la femme. Expérimentalement, on peut démontrer l'influence de la glande sexuelle sur la croissance de certains muscles chez la grenouille. On sait que les mâles de ces animaux ont les adducteurs des avant-bras hypertrophiés. Or, comme Nussbaum l'a prouvé, le castration des grenouilles mâles empêche l'hypertrophie des muscles de l'avant-bras. La greffe du testicule sous la peau du dos des mâles châtrés dans leur jeune âge permet, au contraire, un développement normal des adducteurs.

b) *La castration postpubérale.* — Jusqu'ici nous avons envisagé uniquement l'effet de la castration pratiquée chez des sujets jeunes; il est légitime de se demander si cette même opération effectuée chez des individus adultes fait disparaître les caractères sexuels secondaires déjà développés.

On peut dire que, d'une manière générale, la castration postpubérale ne provoque pas la disparation des caractères sexuels secondaires. Quelques exceptions cependant sont à signaler. 1° On a observé parfois, après l'ablation testiculaire chez l'homme

adulte, le *développement d'un féminisme* assez accentué. D'après Hammond, chez les « Mujerados » du Nouveau-Mexique, la masturbation et les courses excessives à cheval produiraient une atrophie du testicule : à celle-ci succéderaient une diminution de volume du pénis, la chute des poils et de la barbe et une perte de gravité de la voix. Djemil Pacha a publié, en 1904, le cas d'un jeune homme dont le testicule était entré subitement en voie d'atrophie et dont concurremment les mamelles s'étaient développées comme chez une femme. 2° La castration postpubérale s'accompagne presque toujours d'une *atrophie de la prostate.* Ce fait, établi expérimentalement en 1893 par Ramm (de Christiania), s'explique aisément si l'on songe que, conformément à une loi de physiologie générale bien connue, la suppression d'une glande entraîne l'atrophie de son canal excréteur et celle des glandes accessoires qui lui sont annexées. Ces résultats expérimentaux étaient de nature, on le conçoit, à suggérer l'idée de pratiquer la castration ou la résection du canal déférent (qui, nous le verrons, équivaut à la castration) chez les vieillards atteints d'hypertrophie de la prostate. Ramm, White (de Philadelphie) et beaucoup d'autres après eux ont obtenu des effets heureux de ces opérations. Dans beaucoup de cas, néanmoins, la castration ou la résection du canal déférent sont inefficaces contre l'hypertrophie prostatique. C'est que le volume exagéré de la prostate chez les vieillards n'est pas dû à une hyperplasie de l'élément glandulaire, mais à celle du tissu conjonctif et c'est surtout l'atrophie des cellules épithéliales qu'entraîne la castration.

2° Faits établissant le rôle de l'ovaire sur le développement et le maintien des caractères sexuels secondaires. — Nous distinguerons encore ici les effets de l'ovariotomie prépubérale et de l'ovariotomie postpubérale.

a) *Ovariotomie prépubérale.* — Cette opération a pour conséquence principale d'empêcher le développement des organes génitaux et de certaines productions épithéliales.

Ce fait a été depuis longtemps constaté par les vétérinaires qui pratiquent couramment la castration de la truie. On sait que cette femelle, lorsqu'elle est entière, entre à l'époque du rut dans une agitation violente et engraisse mal : aussi a-t-on l'habitude de lui couper les ovaires vers le sixième mois. Cette pratique entraîne chez cet animal un arrêt de développement de la matrice qui reste beaucoup plus petite que chez la truie entière.

Les expériences systématiques faites par Kehrer (1887) sur la lapine démontrent très nettement l'action trophique de l'ovaire sur l'utérus. Le célèbre gynécologue allemand a pratiqué l'ovariotomie double sur des lapines de trois mois. Parvenues à l'état adulte, ces femelles furent sacrifiées et leur utérus fut trouvé plus petit que normalement.

Sokoloff, en 1896, a fait sur des chiennes nouvellement nées des recherches analogues à celles de Kehrer sur la lapine. Les animaux étaient châtrés et sacrifiés à des intervalles divers après la castration : l'utérus présentait une atrophie considérable de la couche musculaire. L'ovariotomie unilatérale était inefficace.

En 1907, Carmichael et Marshall ont fait l'ovariotomie

chez la femelle jeune du rat. Ils ont constaté que dans ces conditions les trompes et l'utérus restent infantiles. Chez ce même animal, Marshall et Jolly ont vu que la greffe des ovaires après la castration permet le développement normal de la matrice et des annexes.

Guido Lerda (1905) s'est demandé si l'influence trophique de l'ovaire sur la matrice ne serait pas réciproque. Cet auteur a lié ou extirpé une corne utérine chez le cobaye; dans certains cas, les follicules ovariens se sont arrêtés dans leur développement; dans d'autres cas, l'ovaire n'a présenté aucune modification. Des recherches ultérieures et bien conduites de Carmichael et Marshall ont prouvé que l'ablation de l'utérus sur des femelles jeunes ne produit aucun effet sur l'évolution de l'ovaire.

L'ovariotomie prépubérale empêche la croissance normale des mamelles. On rapporte que certains rois de Lydie faisaient extirper les ovaires aux petites filles pour s'en servir ensuite à mode d'eunuques. Celles-ci, une fois parvenues à l'âge adulte, étaient, en effet, des sujets de sexe indifférent dont les mamelles étaient absentes. Robert a observé pendant une mission dans l'Asie centrale, près de Bombay, des femmes nommées Hedjeras auxquelles on avait pratiqué l'ovariotomie peu de temps après leur naissance et qui avaient des seins à peine indiqués comme ceux de l'homme. Ces constatations faites sur la femme ont, d'ailleurs, été confirmées par l'expérimentation animale (Foges, 1905).

Enfin, chez les filles ovariotomisées avant la puberté, Robert a encore signalé l'absence de poils au pubis, un arrêt de développement du bassin, l'aplatissement des fesses et une gravité masculine de la voix.

b) *Ovariotomie postpubérale.* — La question qui

se pose ici est de savoir si, lorsque les caractères sexuels secondaires ont apparu, l'ovariotomie peut les faire rétrocéder.

Et tout d'abord que devient l'utérus chez la femelle adulte qui a subi la castration? En ce qui concerne la femme, les observations des gynécologues ont depuis longtemps prouvé que l'ablation des ovaires produit l'atrophie utérine (Terrier, Kehrer, Glœvecke, Veit, etc.). Aussi bien, à l'époque de la ménopause qui correspond à la cessation de l'activité ovarienne, la matrice subit une très notable diminution de volume.

L'expérimentation animale a confirmé les données de la clinique. En 1894, deux chirurgiens belges, Buys et Vandervelde, ont fait chez la lapine adulte cinq expériences de castration double. Ces femelles ont été sacrifiées de un à deux mois après l'opération : l'utérus était atrophié par suite de l'amincissement de la couche musculaire. En 1895, Kogan a démontré que, chez la lapine castrée, il fallait ajouter à l'atrophie de la couche musculaire celle de la muqueuse et des glandes. — Ces résultats ont été confirmés chez la chienne par Sokoloff (1896), chez la vache par Jentzner et Beuttner (1901), chez les femelles de rat par Carmichael et Marshall (1907). Ces derniers auteurs ont pu, d'ailleurs, empêcher l'atrophie utérine chez des femelles castrées en pratiquant la greffe des ovaires.

La double ovariotomie provoque-t-elle la régression de la glande mammaire? Percival Pott a signalé le cas d'une femme castrée et dont les seins auparavant volumineux se sont affaissés après l'opération.

Ce phénomène d'atrophie des mamelles ne doit pas être considéré comme constant; d'après Delbet, il manquerait généralement.

On a noté chez les femmes ovariotomisées l'apparition d'une adiposité considérable. Mais cet engraissement manque très souvent (Pinesse, Jayle). Lorsqu'il existe, Delbet ne le considère pas comme résultant *immédiatement* de la suppression des ovaires : ce serait un fait très banal dû à la cessation des douleurs et de l'infection chez les femmes améliorées ou guéries par l'opération. Chez certains animaux, néanmoins, l'influence de l'ovariotomie sur le développement du tissu adipeux est incontestable. On sait que la truie non châtrée engraisse mal et qu'après l'ablation des ovaires, elle peut acquérir une proportion considérable de graisse. Peut-être ne faut-il pas voir là une preuve d'influence *directe* de l'ovariotomie sur l'adiposité. La truie entière a des ruts violents qui la mettent dans un état d'agitation extraordinaire; après la castration, elle devient plus calme, produit moins de travail musculaire et accumule plus facilement des réserves.

La voix, en général, ne se modifie pas chez la femme ovariotomisée. Cependant une observation de Moure tend à prouver que ces femmes, en chantant, sont incapables d'émettre des notes aussi hautes qu'auparavant.

3° Exceptions a la dépendance des caractères sexuels secondaires vis-a-vis des glandes génitales. — Il est un certain nombre d'espèces chez lesquelles les caractères sexuels secondaires ne pa-

raissent pas être sous la dépendance des glandes génitales.

Oudemans (1899), Kellog, Meisenheimer (1909) ont châtré des chenilles d'*Ocneria dispar* et de *Bombyx mori* et n'ont pas empêché ultérieurement l'apparition des caractères sexuels secondaires chez les papillons. — G. Smith (1908) a observé des crabes mâles infestés par des sacculines; celles-ci produisent chez leurs hôtes la *castration parasitaire* et font apparaître les caractères sexuels secondaires de la femelle *en l'absence de tout ovaire*. Kopec (1909), par l'ablation des glandes génitales chez des lépidoptères *adultes* n'a pas vu de modifications dans la morphologie des animaux opérés.

Malgré ces quelques exceptions, il n'en reste pas moins établi que, dans la généralité des espèces, les glandes génitales tiennent sous leur dépendance l'apparition des caractères sexuels secondaires. Grâce à ce rôle si important, ces organes contribuent puissamment à la réalisation d'une sélection particulière que Darwin a appelée la *sélection sexuelle*. Beaucoup de formations qui sont l'attribut spécial du mâle servent à celui-ci comme moyens de préhension de la femelle en vue du coït (crochets de certains papillons); d'autres formations lui sont utiles dans ses luttes contre les autres mâles pour la conquête d'une femelle (cornes, dents et autres organes particulièrement développés chez les mâles dans quelques espèces). Les rapprochements sexuels ont, en effet, comme prélude chez beaucoup d'animaux des luttes extrêmement acharnées entre des mâles rivaux; aussi

Darwin a-t-il insisté avec raison sur l'influence de la *loi du combat* dans les phénomènes de fécondation. Les moyens de lutte s'étendraient même au delà de la possession des armes offensives citées plus haut : d'après certains naturalistes, les organes du chant chez les oiseaux, les glandes qui répandent des odeurs pénétrantes, l'éclat des plumages à la période des amours ne serviraient qu'à attirer la femelle. Ainsi, les mâles désarmés pour la lutte génitale ne se propagent pas ; on voit donc que le testicule, en tant qu'organe à rôle morphogène, acquiert une importance considérable dans la sélection sexuelle.

Des réflexions analogues pourraient être faites pour les femelles : il est évident que les plus recherchées des mâles sont celles qui possèdent au plus haut degré de perfectionnement certains attributs dont la glande ovarienne commande le développement. Ces femelles ont donc le plus de chances d'être fécondées et de fixer par l'hérédité leurs attributs dans la descendance.

§ 2. — Le rôle des glandes génitales dans le développement du tissu osseux.

L'action morphogène des glandes génitales apparaît encore dans l'influence exercée par elles sur l'édification du tissu osseux. A cet égard, il convient de discuter le rôle du testicule et celui de l'ovaire.

1° Influence du testicule. — La comparaison de la taille chez les sujets châtrés et chez les sujets en-

tiers avait depuis longtemps prouvé aux vétérinaires et aux médecins que la destruction précoce du testicule était susceptible de modifier l'aspect du squelette.

Chez le taureau, par exemple, les vétérinaires avaient vu que le train postérieur est plus court, plus ramassé que celui du bœuf. En ce qui concerne l'homme castré, Ecker (1864), Pelikan (1876), Lortet (1896), Becker (1899), Pirsche (1902), Pittard (1903), ont publié des relations établissant indéniablement une augmentation de longueur du squelette chez les sujets privés de testicules. C'est le membre inférieur qui prend la plus large part à l'élévation de la taille. Le buste se développe relativement peu, tandis que les jambes s'allongent beaucoup. La longueur du membre supérieur est plus grande chez les individus châtrés que chez les normaux. Les divers diamètres du crâne par rapport à la hauteur totale du corps sont plus petits chez les castrats que chez les sujets entiers.

En pathologie humaine, le testicule est parfois détruit dans le jeune âge par divers processus morbides. La taille peut, dans ce cas, rester quelquefois au-dessous de la normale, ce qui est dû à la cause générale qui a déterminé, en même temps que l'atrophie testiculaire, d'autres lésions variées. Mais, d'habitude, ces individus atteints d'insuffisance testiculaire d'origine pathologique ont eux aussi une taille très élevée.

La question de l'influence du testicule sur le développement du tissu osseux paraît avoir été portée pour la première fois sur le terrain expérimental par Poncet (1877). Chez les lapins et les chats châtrés, cet auteur a constaté un allongement notable du squelette; des résultats analogues ont été consignés dans la thèse de son élève Briau (1901). Pirsche (1902) a

comparé le système osseux de coqs et de chapons, de cobayes entiers et de cobayes châtrés; ses observations sont confirmatives de celles de Poncet.

Cet ensemble de faits qui autorise à conclure que le testicule exerce normalement une influence modératrice sur la croissance a suggéré à L. Dor, S. Maisonnave et R. Monziols (1905) l'idée de pratiquer des injections sous-cutanées de liquide orchitique chez des enfants dont la taille augmentait trop rapidement. Parhon et Antoniu ont utilisé dans des cas analogues cette même thérapeutique. Ces divers auteurs ont pu, de cette manière, ralentir la croissance trop accélérée des enfants traités.

2° Influence de l'ovaire. — Briau, en 1901, paraît s'être demandé le premier si l'ovaire a la même action modératrice que le testicule sur le développement du tissu osseux. Il a pratiqué l'ovariotomie chez deux chiennes très jeunes et a comparé plus tard leurs squelettes à celui d'un animal témoin. Les deux femelles privées de leurs ovaires avaient certains os (fémur, tibia) plus longs que ceux de la femelle entière.

Richon et Jeandelize, en 1907, ont castré cinq jeunes lapines. L'une d'elles est devenue plus grande et les quatre autres sont restées plus petites que les témoins.

Parhon et Golstein ont ovariotomisé une jeune chatte. Comparée plus tard à une chatte entière de la même portée, la chatte châtrée avait le système osseux un peu plus développé.

Ces divers résultats contradictoires ne permettent

donc pas d'avoir une opinion nette sur l'influence de l'ovaire dans les processus d'ossification.

3° CAUSE DU PLUS GRAND DÉVELOPPEMENT DU SQUELETTE CHEZ LES MÂLES CHÂTRÉS. — On sait que la croissance des os longs s'effectue par l'intermédiaire d'un cartilage situé entre l'épiphyse et la diaphyse et appelé *cartilage de conjugaison*. Celui-ci, durant tout le jeune âge, sécrète des chondroblastes qui subissent ultérieurement l'ossification. A la fin de la croissance, la production de cellules cartilagineuses cesse, le cartilage de conjugaison est envahi par les sels calcaires et l'épiphyse se soude à la diaphyse. Or, cette soudure est considérablement retardée chez les castrats. Chez le bœuf, elle ne s'effectue qu'à la quatrième année; chez le taureau, elle se fait à deux ans. En 1902, Pirsche a pu examiner le squelette d'un eunuque apporté d'Égypte par Lortet. Chez cet individu déjà adulte, il y avait persistance du cartilage de conjugaison. Launois et P. Roy (1903) ont étudié par la radiographie le squelette d'un géant de 27 ans; cet individu, atteint d'insuffisance testiculaire manifeste, avait une taille de 2 m. 04 et les épiphyses n'étaient pas encore soudées aux diaphyses. Une observation analogue a été publiée par Gross et Sencert (1905). L'exagération de la croissance, chez les mâles châtrés dans leur jeune âge, doit donc être rapportée à la persistance anormale du cartilage de conjugaison.

Il existe une maladie appelée *achondroplasie* caractérisée essentiellement par un raccourcissement considérable des membres, alors que le buste présente une longueur nor-

male. Poncet et Leriche dont l'opinion a été adoptée par Parhon et Marbé, Schunda et Zalplachta attribuent cette dystrophie osseuse à un hyperfonctionnement du testicule produisant l'ossification prématurée du cartilage de conjugaison. Aucune preuve péremptoire de ce mécanisme pathogénique n'a encore été fournie; les notions actuellement acquises sur le rôle du testicule dans la croissance rendent cependant très rationnelle l'hypothèse des auteurs précités.

L'absence de soudure des épiphyses aux diaphyses a été à plusieurs reprises constatée chez les géants. Dans le gigantisme dit *infantile* à cause de l'absence des caractères sexuels secondaires, l'exagération de la taille est associée à une atrophie marquée du testicule. Aussi paraît-il rationnel dans la pathogénie du gigantisme de faire une part, à côté d'autres mécanismes possibles, à l'insuffisance testiculaire.

Un trouble de l'ossification différencié du gigantisme par P. Marie, l'*acromégalie*, s'accompagne souvent de lésions des glandes génitales. Mossé et Daunic, Matignon ont noté l'atrophie du testicule chez des acromégaliques. Les femmes atteintes de cette dystrophie osseuse présentent quelquefois des ovaires en dégénérescence kystique. Aussi peut-on légitimement poser la question de l'influence des glandes génitales dans la pathogénie de l'acromégalie. Le rôle de l'insuffisance testiculaire ou ovarienne n'exclurait pas, d'ailleurs, l'intervention possible d'autres facteurs (hypophyse pour Pierre Marie et Marinesco, corps thyroïde pour Lancereaux) dans la genèse de cette affection.

II. — Faits établissant le rôle nutritif des glandes génitales.

Les faits relatifs à l'action des glandes génitales sur les échanges nutritifs peuvent être rangés sous quatre chefs principaux : 1° l'influence sur l'engraissement; 2° l'influence sur les échanges respiratoires; 3° l'influence sur le métabolisme azoté; 4° l'influence sur les échanges minéraux.

1. *Influence des glandes génitales sur l'engraissement.* — Cette question a déjà été examinée au sujet de l'action morphogène exercée par l'ovaire. Nous rappellerons simplement ici que l'ablation de ces glandes coïncide assez fréquemment avec une augmentation d'adiposité de la femme, sans qu'il soit possible d'établir entre les deux faits un rapport certain de causalité.

Lüthje s'est demandé si le testicule n'a pas une influence sur le degré d'adiposité du mâle. Il a pris un couple de jeunes chiens de même race, de même portée et de même poids. Il les a pesés régulièrement pendant un mois et demi et a constaté que les poids de ces animaux restaient sensiblement égaux. Après ce temps d'observation préalable, Lüthje a castré l'un de ces chiens. Six mois après l'opération, le chien privé de testicules et le témoin avaient encore le même poids.

2. *Influence des glandes génitales sur les échanges respiratoires.* — L'influence de la castration sur la

quantité d'oxygène consommé paraît avoir été étudiée pour la première fois par A. Lœwy et P.-F. Richter, en 1899. La consommation d'oxygène diminue nettement chez le chien sept à huit jours après l'ablation des testicules et peut s'abaisser de 14 p. 100 de sa valeur primitive. — L'ovariotomie produit également, chez la chienne, une diminution de la quantité d'oxygène consommé. — Lœwy et Richter ont injecté de l'extrait de testicules et d'ovaires à des chiens et des chiennes castrés et ils ont vu la consommation d'oxygène remonter à son niveau primitif sous l'influence de ce traitement. L'extrait d'ovaire se montre plus actif que l'extrait de testicule et il agit aussi bien chez les mâles que chez les femelles. L'extrait de testicule, au contraire, n'agit que chez les mâles. Il n'est pas nécessaire de préparer les extraits avec les glandes d'un animal de même espèce que celui auquel ils doivent être injectés. C'est ainsi que les testicules de taureau donnent un extrait efficace chez le chien castré. L'activation des échanges par les extraits de glandes génitales ne se manifeste que chez les animaux castrés ; injectées à un sujet entier, ces préparations ne produisent aucun effet notable sur la consommation d'oxygène.

Pœchtner, en 1906, a confirmé sur le veau les recherches de Lœwy et Ritcher. Quelques jours après la castration, les échanges gazeux se sont abaissés de 15 p. 100 de leur valeur primitive.

Léo Zunz, en 1906, a étudié chez la femme les effets de l'ovariotomie sur les échanges respiratoires. Chez deux des malades observées, cette opération a fait diminuer les échanges gazeux. Chez deux autres

elle n'a apporté aucune modification. Mais, au sujet de ces deux dernières femmes, une remarque s'impose : l'une d'elles, avant l'ovariotomie totale, avait été préalablement privée d'un ovaire et l'on peut se demander si celui qui restait n'était pas lui-même lésé et déjà fonctionnellement supprimé avant son extirpation. L'autre femme, au moment de l'ovariotomie, avait les deux glandes en très mauvais état et il est à présumer qu'elles ne fonctionnaient pas depuis déjà longtemps avant l'opération. Les deux résultats aberrants observés par Zunz ne paraissent donc pas de nature à infirmer les conclusions tirées par Lœwy et Richter de leurs expériences très bien conduites, à savoir que les glandes génitales augmentent l'activité des échanges respiratoires.

3. *Influence des glandes génitales sur le métabolisme azoté.* — Cette influence serait nulle d'après Lœwy, P. Mossé, Thumim et Vas. Pinzani (1899) a prétendu, néanmoins, que chez la chienne l'ovariotomie diminue l'azote total et l'urée contenus dans les urines. Charrin et Guillemonat ont injecté de l'extrait glycériné d'ovaires de mouton à des femelles de cobaye gravides et ont constaté une augmentation de l'excrétion d'urée. Cet effet ne se produit pas si on injecte l'extrait d'ovaires à des femelles non gravides ou à des mâles.

4. *Influence des glandes génitales sur les échanges minéraux.* — L'influence des glandes génitales sur les échanges minéraux a été plus particulièrement étudiée en ce qui concerne l'élimination de l'acide phosphorique et du calcium.

Curatulo et Tarulli, en 1895, ont publié des faits relatifs à l'excrétion phosphorée après la castration chez la chienne. La quantité d'acide phosphorique (P^2O^5) contenu dans les urines diminue environ de moitié après l'ovariotomie. La présence de l'ovaire activerait donc l'élimination phosphorée.

Les expériences de P. Mossé (1899), de P. Mossé et Oulié, faites dans le laboratoire du professeur Abelous, ont donné des résultats contradictoires avec ceux de Curatulo et Tarulli. Chez quatre chiennes alimentées à la viande de cheval, l'élimination de P^2O^5 a été augmentée par la castration. Par contre, l'injection d'extrait d'ovaire ou l'ingestion de substance ovarienne a diminué l'excrétion phosphorée. Des faits analogues à ceux de P. Mossé ont été publiés la même année par Fr.-N. Schluz et O. Falk.

D'autres auteurs ont, au contraire, vérifié les résultats de Curatulo et Tarulli. Pinzani (1899) a soumis une chienne à la ration d'entretien et a dosé le phosphore dans les urines. La ration de l'animal demeurant identique, l'ovariotomie a diminué l'élimination phosphorée. Lambert, en 1903, a trouvé chez une chienne l'élimination de P^2O^5 diminuée et chez une lapine cette élimination augmentée après la castration. D'après Parhon et Golstein, Parhon et Papinian, chez la femme ovariotomisée ou atteinte de certaines maladies des ovaires, le phosphore et le calcium urinaires seraient en quantité inférieure à la normale.

Cette influence possible de l'ovaire sur la rétention phosphorée et calcique a suggéré l'idée d'un traitement intéressant de l'*ostéomalacie.* Cette affection,

constituée, comme son nom l'indique, par un ramollissement des os, s'accompagne de modifications marquées des échanges minéraux. L'élimination du phosphore et du calcium est dans la généralité des cas considérablement augmentée. Litzmann a signalé dans les urines des ostéomalaciques un excès de carbonate de Ca, Billroth une proportion exagérée de phosphate et d'oxalate de Ca. Les résultats de ces auteurs ont été vérifiés par Neumann, Goldthwait, Painter et Osgood, Bar, Jeannin et Chifoliau.

En raison de l'augmentation de l'excrétion phosphorée et *calcique* (le Ph s'éliminant surtout sous forme de phosphate de Ca) dans l'ostéomalacie, Curatulo et Tarulli avaient proposé aux chirurgiens de traiter cette maladie par la castration. Cette opération a donné, en effet, des résultats heureux dans des cas d'ostéomalacie entre les mains de Fehling (1895), Goldthwait, Painter et Osgood (1905). Au contraire, Fr. Macrudden et d'autres opérateurs n'ont obtenu par l'ovariotomie qu'une amélioration passagère et, à l'heure actuelle, la castration comme traitement de l'ostéomalacie est loin d'avoir reçu l'assentiment unanime de tous les chirurgiens. Aussi bien, tous les physiologistes ne sont-ils pas d'accord pour admettre que l'ovaire accélère l'élimination phosphorée et calcique.

III. — Faits établissant le rôle fonctionnel des glandes génitales.

Le rôle fonctionnel des glandes génitales consiste en l'influence que ces organes peuvent exercer sur le

fonctionnement de divers appareils de l'économie. Nous étudierons successivement : 1° le rôle fonctionnel du testicule; 2° le rôle fonctionnel de l'ovaire; 3° le rôle fonctionnel de la prostate, de la mamelle et l'organe de Bidder.

§ 1. — Rôle fonctionnel du testicule

Les faits relatifs au rôle fonctionnel de cette glande peuvent se ranger sous trois chefs principaux : 1° l'action cardio-vasculaire du testicule; 2° l'action dynamogénique du testicule; 3° l'action du testicule sur l'instinct sexuel et sur le caractère de l'individu.

1° Action cardio-vasculaire de l'extrait de testicule. — La première observation relative à l'action de l'extrait de testicule sur la circulation sanguine a été faite par Oliver en 1897. Cet auteur a déposé directement un peu d'extrait de cet organe sur le mésentère d'une grenouille et constaté à l'aide du microscope un rétrécissement net des vaisseaux de la membrane.

En 1898, K. Hedbom a expérimenté l'extrait testiculaire sur le cœur de chat isolé en circulation artificielle et a observé une augmentation de l'amplitude et de la fréquence des contractions cardiaques.

Livon (1898) a cherché quelle était l'influence produite sur la pression artérielle du chien par l'injection d'extrait testiculaire : il a obtenu un effet hypotenseur nettement caractérisé.

Walter E. Dixon (1899-1901) a étudié sur le chien, le lapin et le chat l'action cardio-vasculaire de l'ex-

trait testiculaire de rat et de cobaye; il a confirmé le résultat annoncé par Livon et constaté, en outre, que la chute de pression produite par l'extrait testiculaire ne s'obtient plus chez l'animal atropinisé. Cette dernière particularité a suggéré à Dixon l'idée que la substance hypotensive du testicule pourrait bien être la choline : Mott et Halliburton (1899), en effet, ont vu que la chute de la pression artérielle provoquée par la choline ne s'obtient plus après atropinisation. Mais, d'après Dixon, la choline ne saurait être le principe actif de l'extrait testiculaire : l'analyse chimique ne permet pas de caractériser cette base dans le testicule. — Dixon s'est alors demandé si la *spermine* ne serait pas la cause de la chute de la pression artérielle provoquée par l'extrait testiculaire. Cette hypothèse était légitimée par deux faits : 1° l'existence d'une action hypotensive exercée par la spermine; 2° la suppression de cette action chez l'animal atropinisé. Mais la spermine, si elle intervient, n'intervient pas *exclusivement;* en effet, l'extrait alcoolique de testicule desséché et repris par l'eau salée ne contient pas la spermine insoluble dans l'alcool et cependant il est encore nettement hypotenseur.

A. Patta, en 1907, a expérimenté chez le chien une préparation dérivant de la substance testiculaire : l'*orchitine Merck*. Celle-ci donnerait tantôt des effets hypertenseurs, tantôt des effets hypotenseurs; l'auteur n'a pas fixé le déterminisme de ces différences.

Maintenant que nous avons étudié l'action cardio-vasculaire de l'extrait et de produits testiculaires, nous devons nous demander si, *normalement,*

la glande génitale intervient dans la régulation de la pression artérielle. Comme le font remarquer, dans un travail récent (1909) Halliburton, Candler et Sikes, les macérations filtrées de presque tous les organes sont capables d'exercer une action *passagère* sur le cœur et les vaisseaux. Mais c'est là un résultat tout artificiel; la désintégration mécanique des cellules d'un tissu finement hâché a pour conséquence la libération de certains de leurs principes constituants dans le liquide de l'extrait; il resterait à prouver, et cette preuve n'a pas été faite dans le cas du testicule, que les principes qui diffusent *artificiellement* dans l'extrait passent *normalement* dans le sang circulant.

2° Action dynamogénique du testicule. — La question de l'influence du testicule sur le fonctionnement des systèmes musculaire et nerveux a été posée par Brown-Séquard, en 1889. D'après lui, le testicule aurait une action sur la *dynamogénie*. Brown-Séquard qui a introduit ce terme dans le langage physiologique entend exprimer par là un renforcement, une accélération, une facilitation de l'activité fonctionnelle; en un mot, la dynamogénie (*Bahnung*, Exner; *agevolazione*, Luciani) serait le contraire de l'*inhibition*.

Brown-Séquard a expérimenté sur lui-même, en injection sous-cutanée, l'extrait de testicule de cobaye; il a senti s'accroître sa vigueur physique et sa capacité de travail mental. Chez les vieillards, les défécations, souvent rares et pénibles, deviennent par l'extrait testiculaire régulières et faciles, comme

si un péristaltisme intense se développait. Cette préparation augmente la résistance de l'organisme aux hémorragies. Les cobayes, lapins, grenouilles résistent plus aisément à des saignées abondantes s'ils ont préalablement reçu de l'extrait de testicule.

Les expériences de Brown-Séquard ont reçu tout d'abord de nombreuses confirmations de la part des médecins ; puis, peu à peu, le plus profond discrédit a été jeté sur elles. C'est que, toutes les fois qu'une médication nouvelle est préconisée par une haute autorité, elle produit toujours de bons effets chez certains individus par un simple effet de suggestion et, en outre, elle devient la proie du charlatanisme qui exagère son efficacité. Pour ces motifs, il faut faire table rase des observations médicales vantant les bienfaits de l'extrait testiculaire. Cependant, la défaveur qui est tombée sur cette partie de l'œuvre de Brown-Séquard n'est peut-être pas tout à fait justifiée. Il existe, en effet, quelques travaux consciencieux établissant que la théorie de ce grand physiologiste n'est pas sans quelque fondement.

En 1892, Grigorescu a étudié la vitesse de conduction nerveuse motrice chez des grenouilles traitées depuis dix jours par l'extrait testiculaire et chez des grenouilles normales. Chez celles-ci, la vitesse de l'influx nerveux était de 14 m. 80 par seconde et chez les animaux injectés de 22 m. 20.

Le neurologiste italien Vito Copriati (1892) a pris des tracés ergographiques chez l'homme avant et après l'injection d'extrait glycériné de testicule. — Deux physiologistes roumains, Zoth (1896, 1898) et Pregl (1896), ont fait des expériences de même ordre.

Tous ces auteurs ont constaté que le tracé ergographique était plus ample après le traitement orchitique. On pourrait objecter que les résultats observés doivent être attribués à la suggestion; Pregl, pour prévenir cette critique, a fait des injections de glycérine pure au lieu d'extrait glycériné de testicule : dans ce cas, il n'a pas constaté d'augmentation de la capacité de travail musculaire. — Conformément aux observations des auteurs précédents, Yoteyko, dans des expériences sur la grenouille, a vu que la substance testiculaire contient des produits toniques pour le muscle.

Albarran, en 1902, a fait ingérer de l'extrait de testicule à des individus atteints d'incontinence d'urine *sans lésion organique* et a obtenu de bons effets de cette médication; il l'attribue à une augmentation de tonicité du sphincter vésical. — J. Janet (1903), Serralach et Parès (1907) ont publié des faits analogues.

L'extrait testiculaire, d'après Isaac Ott et C. Scott (1909), serait même capable d'exercer un effet excitant très marqué sur le muscle utérin. Un lambeau découpé dans la matrice d'une lapine ou d'une chatte en gestation et porté dans du liquide de Locke chaud est animé de contractions rythmiques; si on ajoute de l'extrait testiculaire au liquide de Locke, les contractions deviennent plus fréquentes et plus amples.

Les données précédemment établies semblent comporter comme conséquence que les castrats doivent être moins vigoureux que les individus entiers. Dans beaucoup d'espèces animales, cette conclusion ne se

vérifie pas; il est certain que le bœuf est aussi fort que le taureau et le cheval castré aussi fort que l'étalon. Dans l'espèce humaine, néanmoins, les eunuques et les castrats, indépendamment de leur apathie, paraissent avoir une force musculaire inférieure à la normale. A cette question de la moindre vigueur des castrats se rattache un problème qui s'est parfois posé dans la législation des accidents du travail ; un traumatisme détruisant les deux testicules entraîne-t-il pour l'ouvrier, après cicatrisation de la région mutilée, une diminution de la capacité du travail? La connaissance du rôle dynamogénique de la glande génitale paraît imposer une réponse affirmative.

On peut se demander ici si le testicule n'a pas une influence spécifique sur l'excitabilité du système nerveux qui préside à l'accomplissement de certains actes sexuels (érection, copulation). L'impossibilité déjà signalée de ces actes chez les castrats semble indiquer que la déficience testiculaire a paralysé les centres présidant à leur accomplissement. En réalité, l'observation des sujets *castrés jeunes* n'est pas démonstrative à cet égard; chez eux, en effet, l'appareil périphérique récepteur des excitations centrales est atrophié; les corps spongieux et caverneux, du fait de leur dégénérescence, pourraient ne pas répondre à des ordres partis réellement du centre génito-spinal. C'est donc l'observation des individus privés de leurs testicules à l'âge adulte qui peut être instructive au point de vue particulier qui nous occupe : on sait que, chez eux, l'ablation de ces glandes surprend le pénis et toutes les autres parties de l'appareil génital en

état complet de développement et en pleine activité. Dans ces cas, les appétits sexuels et la faculté d'érection, quoique souvent atténués, persistent en général pendant un temps assez long.

En 1865, A. Richet reçut dans son service un individu qui avait antérieurement subi l'ablation d'un testicule et auquel la glande restante fut enlevée. Cet homme, trois ans plus tard, pouvait, dit A. Richet, pratiquer le coït aussi facilement qu'avant la castration complète.

Godwin, en 1877, a rapporté l'histoire d'un malade qui avait subi la double ablation testiculaire pour faire disparaître un besoin impérieux de masturbation. Après l'opération, l'individu avait, comme auparavant, des désirs sexuels irrésistibles et des érections; il se masturbait, pratiquait le coït et, au moment où l'orgasme vénérien, éjaculait du mucus mêlé à la sécrétion des glandes annexes.

La loi du Missouri infligeait autrefois la castration aux individus reconnus coupables de viol : ce châtiment n'empêchait pas certains délinquants châtrés de devenir récidivistes.

Des expériences personnelles faites sur des grenouilles mâles nous ont également montré l'indépendance, vis-à-vis du testicule, du système nerveux présidant à certains actes sexuels. Comme nous l'avons établi (v. p. 79), les grenouilles mâles ont au niveau de la moelle cervicale un centre qui entre en activité pendant l'accouplement et qu'on peut mettre en jeu artificiellement chez les batraciens à moelle sectionnée au-dessous du bulbe (réflexe de l'embrassement). Chez des grenouilles castrées depuis trente jours, la section sous-bulbaire de la moelle fait encore apparaître le réflexe de l'embrassement. On pourrait objecter à ce

genre d'expériences que, au bout de trente jours, il reste dans le sang des substances antérieurement libérées par le testicule et entretenant par un mécanisme humoral le fonctionnement du centre de l'accouplement. Pour éliminer cette critique, nous avons, après castration, lavé le système circulatoire des grenouilles avec de l'eau salée et remplacé par ce liquide le sang de ces animaux. Quinze jours après cette opération, les grenouilles salées avaient dans leurs vaisseaux un liquide absolument incolore et ne contenant plus, vraisemblablement, de produits de sécrétion interne libérés par les testicules avant la castration. Néanmoins la section sous-bulbaire a immédiatement produit chez elles le réflexe de l'embrassement.

Ces faits ajoutés à ceux que l'on connaissait déjà, montrent donc que, chez l'adulte, les centres présidant aux actes génitaux conservent pendant longtemps la faculté de fonctionner en l'absence des testicules.

3° ACTION DU TESTICULE SUR L'INSTINCT SEXUEL ET LE CARACTÈRE DE L'INDIVIDU. — *a*) *Instinct sexuel.* On sait depuis bien longtemps que les mâles châtrés dans leur jeune âge ne recherchent pas les femelles; la glande mâle est indispensable pour le développement de l'instinct sexuel.

Dans un travail récent, Regen a montré que l'ablation testiculaire peut agir d'une manière exclusive sur l'instinct génital sans empêcher l'apparition des caractères sexuels secondaires. Chez *Gryllus campestris*, la castration n'altère pas les attributs morpho-

logiques du mâle, mais lui donne l'horreur de la femelle. De plus, le castrat est silencieux, au lieu de chanter comme ses congénères entiers.

Non seulement l'ablation testiculaire peut abolir l'instinct sexuel mâle, mais encore elle peut faire apparaître chez le mâle les instincts de la femelle.

Giard a signalé chez des animaux ayant subi la *castration parasitaire* [1] le développement de l'amour maternel : ceux-ci protègent les parasites, agents de leur émasculation, comme la femelle défend sa progéniture contre tout agresseur éventuel.

Certaines observations d'individus castrés dans leur jeune âge semblent en contradiction formelle avec l'opinion que le testicule préside à la formation de l'instinct sexuel. On a rapporté des cas d'eunuques présentant des désirs génitaux. On sait aussi que certains chevaux hongres ont des ardeurs et une faculté d'érection semblables à celles des étalons. Mauri (1894) a rapporté un cas analogue suivi d'autopsie ayant révélé l'absence complète de tout tissu testiculaire. D'après les renseignements des vétérinaires militaires chargés de la direction des remontes de cavalerie, 2 à 3 p. 100 en moyenne des chevaux hongres conservent des appétits sexuels,

1. Fraisse (1877) avait fait sur *Sacculina neglecta*, rhizocéphale parasite d'un oxyrhinque, *Inachus Scorpio*, la constatation que les mâles de ce dernier animal ne sont jamais infestés par la sacculine. Giard, en 1877, démontra que les individus parasités par des sacculines avaient l'apparence de femelles, mais étaient en réalité des mâles modifiés : ils avaient presque totalement perdu leurs caractères sexuels primaires et secondaires. Giard comprit la signification du phénomène et proposa pour le désigner l'appellation de *castration parasitaire*.

effectuent la saillie et émettent un liquide spermatique stérile. Ces faits tendraient donc à indiquer que, si la formation de l'instinct sexuel est surtout sous la dépendance du testicule, cette glande n'est peut-être pas seule à accomplir cette fonction et que, dans des circonstances exceptionnelles, une vicariance efficace peut s'établir.

On sait que chez l'homme l'instinct sexuel peut présenter des aberrations multiples décrites par les médecins et les psychologues ; il est intéressant de savoir si celles-ci reconnaissent pour cause une perversion de l'action testiculaire ou relèvent de tout autre mécanisme. D'après E. Gley, dont les idées ont été adoptées par la généralité de philosophes et des cliniciens, la sexualité trouve sa qualification dans les organes génitaux et aussi dans le système nerveux : entre la glande sexuelle et le système cortical existe d'habitude une harmonie assurant le développement normal de la fonction. Les troubles de l'instinct sexuel émaneront donc de l'un ou de l'autre de ces deux facteurs qui déterminent la sexualité. Les faits justifient pleinement cette conception. Les observations de divers cliniciens et celles de neuropathologistes révèlent chez la généralité des pervertis soit des troubles mentaux ou des névropathies (aberrations d'origine nerveuse), soit des malformations ou lésions testiculaires (aberrations d'origine génitale). Assurément il est des cas qu'il est difficile de ranger dans l'une ou l'autre de ces catégories, sans doute parce que l'un des deux facteurs précédemment cités, tare nerveuse ou trouble de la fonction testiculaire, demeure méconnu quoique réellement existant.

b) *Caractère de l'individu.* — L'influence du testicule sur le caractère de l'individu est également un fait bien connu : on sait que le taureau et l'étalon sont moins maniables que le bœuf et le cheval castré, que l'homme non émasculé est moins apathique que l'eunuque. Les criminologistes ont signalé la grande fréquence des actes délictueux et violents au moment de la puberté ; à l'époque où l'activité testiculaire commence à se manifester, de 17 à 20 ans environ, le nombre des crimes commis serait beaucoup plus grand qu'à des âges plus avancés. C'est également à la puberté qu'apparaissent de nombreuses psychoses ; l'analyse de ces troubles intellectuels se trouve dans les travaux de Ball, Kahlbaum, Hecker, Krafft-Ebing, Mairet.

De l'ensemble de ces faits, et plus spécialement de l'observation comparée des sujets châtrés et des sujets entiers, il résulte que le testicule exerce une influence importante sur le caractère et l'état mental des individus.

§ 2. — Rôle fonctionnel de l'ovaire.

L'étude du rôle fonctionnel de l'ovaire comporte l'examen successif des questions suivantes : 1° l'action cardio-vasculaire de l'extrait d'ovaire ; 2° l'action dynamogénique de l'ovaire ; 3° l'action de l'ovaire sur le rut et la menstruation ; 4° la fonction hématopoiétique de l'ovaire ; 5° la déficience ovarienne et les troubles de la ménopause.

1° L'action cardio-vasculaire de l'extrait d'ovaire. — L'influence de l'extrait d'ovaire sur la circulation paraît avoir été examinée pour la première fois par Fedoroff, en 1897; cet auteur a constaté que l'extrait, chez le lapin, produit un ralentissement du cœur et une élévation de la pression artérielle.

Ch. Livon, en 1898, a observé une chute de la pression artérielle par injection intra-veineuse d'extrait d'ovaire et il a classé cet organe dans la catégorie des glandes hypotensives.

L. Hallion, en 1907, a expérimenté, chez le chien, l'extrait d'ovaire de génisse. Cet auteur a confirmé l'action hypotensive décrite par Livon et signalé, en outre, une autre particularité intéressante : l'inscription simultanée de la pression artérielle et des variations volumétriques du corps thyroïde prouve qu'au moment où la pression artérielle descend sous l'influence de l'extrait ovarien, le tracé pléthysmographique monte par suite d'une augmentation de volume du corps thyroïde. Cette expérience montre donc que l'ovaire contient des substances à action vaso-dilatatrice pour la thyroïde. Ce fait signalé par Hallion fournit, semble-t-il, une explication claire de phénomènes déjà connus des médecins : le gonflement de la base du cou, chez la femme, au moment de la puberté, et l'exagération de ce gonflement à la période cataméniale, c'est-à-dire aux époques où la fonction ovarienne s'installe ou devient plus active.

Patta, en 1907, a expérimenté, chez le lapin et chez le chien, une substance mal définie retirée de l'ovaire et appelée l'*ovarine* (de Merck). Elle produit une ac-

tion hypotensive qui se manifeste encore après la section des deux pneumogastriques.

M. Pachon et moi-même (1910) nous sommes posé la question de savoir si l'atropinisation supprime l'action hypotensive de l'extrait d'ovaire. Patta a bien montré que la chute de la pression artérielle provoquée par l'ovarine ne disparaît pas après la double vagotomie. Mais cette dernière opération n'équivaut pas à l'injection d'atropine : elle ne supprime pas fonctionnellement l'appareil modérateur intracardiaque. L'atropinisation préalable est donc seule susceptible de nous apprendre si une excitation des ganglions inhibiteurs intrinsèques du cœur intervient dans l'action hypotensive de l'extrait d'ovaire.

D'ailleurs, l'épreuve de l'atropine est instructive à un autre point de vue. Depuis le travail de Mott et Halliburton (1899) sur l'action cardio-vasculaire de la choline, la question a été maintes fois posée — et résolue par la négative — (Swale Vincent et Osborne, 1900; S. Vincent et Sheen; S. Vincent et Cramer, 1903; W. E. Dixon et Halliburton, 1909; H. Busquet et V. Pachon, 1910) de savoir si un extrait à effet dépresseur ne devait pas son activité à la choline. Or, on sait que la chute de la pression due à la choline ne s'observe jamais chez l'animal atropinisé (Mott et Halliburton). La persistance de l'action hypotensive d'un extrait après atropinisation sera donc la preuve irrécusable que le principe actif de cet extrait n'est pas la choline : c'est justement le cas des principales glandes hypotensives. L'épreuve de l'atropine, n'avait pas été toutefois faite pour l'ovaire. Aussi M. Pachon et moi-même avons-nous expérimenté

comparativement l'action cardio-vasculaire de l'extrait d'ovaire frais de vache chez le chien avant et après l'atropinisation. Nous avons constaté que, sur l'animal atropinisé, l'extrait d'ovaire produit encore son effet hypotenseur et avec autant d'intensité que chez le sujet normal. Cette expérience a une double signification : elle prouve que la glande ne fait pas baisser la pression en excitant l'appareil cardio-inhibiteur intra-cardiaque et que son action n'est pas due à la choline.

Aussi bien, la choline ne doit-elle par être considérée comme un type de substance hypotensive. M. Pachon et moi-même (1909) avons démontré que les faibles doses (2 milligr. de chlorhydrate de choline par kgr. d'animal), en injection intra-veineuse chez le chien, produisent bien un effet hypotenseur exclusif, mais que des doses un peu plus fortes (4 à 5 milligr. par kgr.) provoquent une vaso-constriction extrêmement énergique et une élévation durable de la pression après une chute initiale passagère. La choline, si elle intervenait dans les extraits glandulaires, pourrait donc, suivant sa proportion dans le tissu, être soit hypotensive, soit hypertensive.

2º Action dynamogénique de l'ovaire. — L'action dynamogénique de l'ovaire n'a pas donné lieu à une aussi intense éclosion de travaux que l'action dynamogénique du testicule. Néanmoins, Brown-Séquard a prétendu que l'extrait de la glande femelle provoque, lui aussi, des phénomènes d'invigoration. Conformément à cette opinion, Mlle Yoteyko a vu le tonus et l'amplitude des contractions augmenter sur

le muscle de grenouille sous l'influence d'une préparation ovarienne.

3° Action de l'ovaire sur le rut et la menstruation. — Une fonction importante de l'ovaire est l'établissement de l'état de rut chez les femelles d'animaux et de la menstruation chez la femme.

a) *Influence de l'ovaire sur l'apparition du rut.* — On sait que les femelles ovariotomisées dans leur jeune âge ne présentent pas le phénomène du rut. Le fait est facile à constater chez la truie qui a des chaleurs extrêmement agitées si elle n'est pas châtrée et qui vit, au contraire, dans le calme génital le plus absolu si elle a subi l'ablation double des ovaires. L'ovariotomie pratiquée à l'âge adulte produit également, d'une manière générale, la disparition du rut. Mais cette règle souffre beaucoup d'exceptions. On fait souvent la castration tardive chez des juments nymphomanes et méchantes pour apaiser leur surexcitation et chez des vaches pour favoriser l'engraissement ou la sécrétion lactée. Les observations des vétérinaires prouvent qu'il n'est pas rare de voir les ardeurs génitales persister après cette opération (Trasbot, Cadiot, Delamotte, Flocard). Deux cas publiés par Sainmont relatifs à des chattes sont très démonstratifs à cet égard : « Nous avons eu l'occasion, dit cet auteur, d'observer depuis trois ans deux chattes que nous avons châtrées, dans le but de recueillir du matériel ; or, il se fait qu'au moment du rut chez les autres animaux, l'ardeur génitale se réveille chez ces chattes, tout comme auparavant, et elles

ont, durant une huitaine de jours, des rapports répétés avec les mâles. Une autre chatte adulte, châtrée dans le même but, mais que nous n'avons pu observer ensuite, eut déjà des rapports sexuels cinq ou six semaines après l'opération. » Cet ensemble de faits prouve donc que chez la femelle adulte le rut peut n'être pas soumis à l'influence *exclusive* de l'ovaire.

b) *Influence de l'ovaire sur la menstruation.* — Il convient encore ici de faire une distinction entre la castration prépubérale et la castration postpubérale. — Chez les rares jeunes filles qui ont subi l'ovariotomie dans leur tout jeune âge, les règles n'ont jamais apparu et l'instinct sexuel ne s'est pas développé. — Chez les femmes castrées tardivement, la ménopause est assurément la règle (53 fois sur 59 ovariotomies dans la statistique de Le Bec), mais il est d'assez nombreuses exceptions. On a prétendu que celles-ci étaient plutôt apparentes que réelles : la persistance de la menstruation après la double amputation des ovaires serait due à une extirpation incomplète de l'organe ou à la présence de quelque ovaire surnuméraire ; enfin, dans certains cas, on a pu prendre des métrorrhagies plus ou moins régulières pour des règles véritables.

Quant à la persistance de l'appétit génésique après l'ovariotomie, elle est extrêmement fréquente dans l'espèce humaine et s'observe même chez des femmes non réglées. C'est qu'ici interviennent, en plus des influences glandulaires, des influences cérébrales. Chez la femme, en effet, le souvenir du plaisir provoqué par les rapports sexuels passés est susceptible de susciter encore le désir vénérien en l'absence des ovaires.

4° Fonction hématopoiétique de l'ovaire. — R. Breuer et Von Seiller ont observé des modifications dans la teneur du sang en globules rouges et en hémoglobine chez les femelles castrées : des chiennes auxquelles ces expérimentateurs ont enlevé les deux ovaires ont perdu 40 p. 1000 de leur hémoglobine et le nombre de leurs hématies est tombé à 3.000.000 par millimètre cube de sang. Rokitansky, Frænkel ont noté une hypoplasie ovarienne manifeste dans certains cas de chlorose. Enfin Fedeli (de Pise), Étienne et Spillmann, Muret ont obtenu de bons résultats par l'injection d'extraits d'ovaires chez des chlorotiques. Ces faits semblent donc de nature à établir la réalité d'un rôle hématopoiétique de l'ovaire. — On a même prétendu que la chlorose relevait principalement d'un trouble de la fonction ovarienne : cette conception ne cadre pas bien avec un cas décrit par Gilbert (1897) de chlorose apparemment guérie par l'ovariotomie et avec le fait établi par Parmentier que la chlorose s'observe aussi chez les jeunes garçons.

5° La déficience ovarienne et les troubles de la ménopause. — On sait qu'à l'époque de la ménopause apparaissent souvent des congestions du côté de la tête, du poumon et du foie. La femme se plaint de bouffées de chaleur au visage, d'étourdissements, de tintements d'oreille, de douleurs gastriques, de suffocations et de palpitations de cœur. Elle a des crises de tristesse et de larmes et parfois même une véritable folie se déclare. Ces troubles paraissent se rattacher directement à la déficience ovarienne :

outre qu'ils coïncident avec la période de sclérose de la glande, ils ont pu être atténués, dans certains cas, par des injections d'extrait d'ovaire (Mond, Muret, Lebreton).

§ 3. — Rôle fonctionnel de glandes annexes de l'appareil génital : prostate, mamelle, organe de Bidder.

1. *La prostate.* — On sait que la prostate s'atrophie après la castration; N. Serralach et M. Parès ont observé le phénomène inverse, c'est-à-dire l'atrophie du testicule après l'ablation prostatique.

Jappelli et Matozzi Scafa (1906) ont étudié l'action de l'extrait de prostate de chien sur la pression artérielle du chien et du lapin. Chez celui-ci, ils ont constaté une action hypotensive et, chez le chien, une hypertension assez marquée avec augmentation d'amplitude et diminution de fréquence des battements cardiaques.

P. Thaon (1906), dans le laboratoire de H. Roger, a expérimenté sur le lapin l'extrait de prostate de chien, de taureau et de bœuf. Il a obtenu une augmentation d'amplitude des battements du cœur, une diminution de leur fréquence et une élévation de la pression artérielle.

2. *Mamelles.* — Nous aurons l'occasion de décrire quelques particularités de l'action fonctionnelle de la mamelle dans le chapitre des corrélations fonctionnelles entre les glandes génitales et les autres glandes de l'économie; aussi n'aborderons-nous pas

ici cette question. Nous rappelons également que nous avons déjà signalé l'action tonique exercée par l'extrait mammaire sur le muscle utérin (I. Ott et J.-C. Scott, 1909).

3. *L'organe de Bidder.* — Policard (1900) a attribué une importance fonctionnelle considérable à une formation annexée au testicule chez le crapaud et appelée *organe de Bidder :* sa suppression entraînerait la mort de l'animal à brève échéance. Des recherches très soignées d'Aimé et Champy (1909) ont contredit cette affirmation.

IV. — Faits établissant l'action toxique des glandes génitales.

L'action toxique des glandes génitales a été déduite du fait que leurs extraits, injectés dans le système circulatoire, produisent des symptômes variés d'empoisonnement. Cette toxicité a été démontrée pour l'extrait de testicule, celui de prostate et celui d'ovaire.

1. Toxicité de l'extrait testiculaire. — Elle a été établie par G. Loisel, en 1903, pour les testicules d'oursin, de tortue, de batracien et de mammifère. La nocivité des extraits préparés avec ces glandes n'est pas due exclusivement au sperme qu'elles contiennent : le tissu du testicule lui-même, dépourvu

autant que faire se peut de son produit de sécrétion, manifeste une action toxique qui ne se confond pas avec celle du sperme.

2. Toxicité de l'extrait et de la sécrétion prostatique. — En 1906, Jappelli et Matozzi Scafa ont expérimenté en injection intra-veineuse l'extrait de prostate de chien; ils ont vu la respiration s'affaiblir et s'arrêter, le sang devenir incoagulable chez le chien et augmenter de coagulabilité chez le lapin.

L. Camus et E. Gley (1907) ont étudié la toxicité de la sécrétion prostatique du hérisson. Cette substance tue un lapin à la dose de 3 millim. cubes par kilogramme d'animal. La neutralisation de la sécrétion qui est alcaline n'en modifie pas la nocivité; le hérisson est sensible à son propre poison prostatique.

P. Thaon (1907) a vérifié avec l'extrait de prostate de taureau les phénomènes de toxicité prostatique observés par les expérimentateurs antérieurs. D'après cet auteur, l'extrait de cette glande serait doué à la fois d'une action hypertensive et d'une action toxique : le chauffage de la substance injectée supprime l'action hypertensive et laisse persister l'action toxique.

3. Toxicité des produits ovariens. — Celle-ci est beaucoup plus marquée que celle des glandes mâles. Rochas (1857), dont les résultats ont été confirmés par Rémy, Takahashi et Inoko (1889), a le premier établi les troubles très graves consécutifs à l'injection de produits ovariens. L'extrait d'œufs de tétrodons (poissons japonais) a, à cet égard, des

effets caractéristiques : à dose faible, il provoque de la parésie et des vomissements; à forte dose, de la dyspnée, une diminution de la fréquence respiratoire et une chute de la pression artérielle qui descend peu à peu jusqu'à un chiffre voisin de 0.

En 1898, Bestion de Camboulas, sous la direction de Feré (de Bordeaux), a injecté des extraits d'ovaires de brebis et de truie à des cobayes et à des lapins. Il a vu la température des sujets expérimentés croître légèrement, puis diminuer avec de grandes oscillations jusqu'à 31° environ; à ce moment les animaux mouraient. En dehors de l'hypothermie, on peut noter des tremblements, de la paralysie et de l'hématurie. Les femelles sont beaucoup plus résistantes que les mâles à l'action de l'extrait d'ovaire.

Loisel (1903-1905) a publié des faits de même ordre que ceux des auteurs précédents observés par l'injection d'extraits d'ovaires d'oursin (*Toxopneustes lividus*), de grenouilles verte et de grenouille rousse, de tortue mauresque, de poule, de femelle de cobaye et de chienne. En outre, cet auteur a constaté la stérilité et l'alopécie chez le cobaye soumis à l'extrait d'ovaires de grenouille.

O. Fellner (1909) a signalé la toxicité de l'extrait d'utérus gravide de lapine. Cette préparation produit d'abord une élévation de la pression artérielle, l'accélération du cœur et de la respiration, puis des convulsions tétaniques et la mort. A l'autopsie, on trouve des caillots intra-vasculaires; l'injection préalable d'hirudine n'empêche pas ces coagulations.

4. Signification physiologique de la toxicité des produits génitaux. — La toxicité des produits génitaux ne saurait présenter un intérêt pour le physiologiste que si elle correspond à une fonction particulière des glandes sexuelles. Deux hypothèses, en effet, sont possibles : ou bien la substance des testicules,

de prostate et des ovaires est par elle-même toxique, ou bien la toxicité provient non pas de la substance propre de la glande, mais de ses produits de sécrétion.

C'est à cette dernière opinion que s'est rattaché Loisel. Cet auteur a expérimenté sur le lapin la toxicité des ovules de tortue (*Testudo pusilla*), de poule et de grenouille. On sait que les ovules sont fortement chargés de deutoplasma, produit d'élaboration *qui n'est pas préformé dans l'ovaire.* Les extraits préparés se sont montrés extrêmement toxiques et l'auteur a conclu de cette constatation qu'une des fonctions de la glande génitale femelle serait d'épurer l'organisme de substances nuisibles.

Comme le fait remarquer Loisel, son opinion concorde parfaitement avec un certain nombre de faits déjà connus. Metchnikoff, ayant injecté à des poules et à des coqs de la toxine tétanique, retrouva la plus grande partie de ce poison dans les glandes sexuelles. L'action tétanisante de l'extrait testiculaire et ovarien était considérablement plus forte que celle des autres tissus. — C. Phisalix a fait sur le crapaud commun des observations favorables à l'hypothèse d'un rôle épurateur exercé par l'ovaire. « Quand, à l'époque du frai, dit cet auteur, on compare les glandes cutanées chez le crapaud mâle et le crapaud femelle, on est surpris des différences que ces glandes présentent dans les deux sexes. En examinant la peau du dos par sa face interne, on voit, chez le mâle, les glandes à venin remplies de leur produit de sécrétion blanc jaunâtre, tandis que, chez la femelle, c'est à peine si on trouve, çà et là, quelques petites taches blanches. » En revanche, l'ovaire présente une toxicité

très violente de même que les œufs pondus. Il semble donc y avoir là une suppléance fonctionnelle des glandes cutanées inactives par l'ovaire.

De ces divers faits, il résulte que la toxicité des glandes génitales paraît bien correspondre à une action éliminatrice de produits nocifs exercée par ces glandes. Mais il ne faut pas se dissimuler que la toxicité des extraits testiculaire, prostatique et ovarien peut avoir concurremment une autre signification physiologique. Les glandes sexuelles ont un rôle fonctionnel qui se réalise, comme nous le verrons plus loin, par l'intermédiaire de substances chimiques; est-il, dès lors, étonnant que ces produits de sécrétion interne, introduits brutalement et peut-être en trop grande quantité dans le torrent circulatoire, troublent profondément l'activité normale des organes?

CHAPITRE II

MÉCANISME HUMORAL DE L'ACTION MORPHOGÈNE NUTRITIVE ET FONCTIONNELLE EXERCÉE PAR LES GLANDES GÉNITALES

Un organe est susceptible d'agir sur l'économie par deux processus généraux : 1° par voie nerveuse ; 2° par voie humorale, c'est-à-dire en déversant dans le sang une sécrétion interne. Il y a donc lieu d'examiner lequel de ces deux mécanismes intervient dans l'action morphogène, nutritive et fonctionnelle exercée par les glandes génitales. Deux ordres d'expériences sont de nature à établir la réalité du processus humoral : 1° les greffes des glandes génitales chez les castrats ; 2° les injections d'extraits glandulaires chez cette même catégorie d'individus. Ces deux sortes d'expériences ont été effectuées chez le mâle et chez la femelle.

I. — Expériences faites sur des mâles.

1. Expériences de greffe du testicule. — Ce fut Hunter qui, le premier, tenta de greffer le testi-

cule. Il transplanta la glande sexuelle du coq dans la cavité abdominale de la poule et déclara que le testicule continuait à vivre sans atrophie apparente. Les résultats de Hunter ont été niés par Gobelt, Ribbert, Alessandri, Herlitzka et par C. Foa; la glande greffée dégénère à peu près complètement et est remplacée par du tissu conjonctif plus ou moins bien vascularisé. Ces observations sembleraient donc rendre vaines les expériences de greffe du testicule pour décider du mécanisme nerveux ou humoral de l'action générale de cet organe sur l'économie. Cependant, la glande greffée peut, pendant sa résorption, libérer dans le sang des produits préformés et exercer ainsi pendant quelque temps une influence physiologique particulière.

Nous avons vu que les muscles de l'avant-bras et les pelotes des pouces se développent considérablement chez la grenouille au moment du frai et que cette hypertrophie est empêchée par l'extirpation préalable des testicules. D'après Nussbaum, il suffirait, chez les grenouilles castrées, de faire en temps opportun une greffe du testicule pour voir se manifester le développement périodique des muscles de l'avant-bras et de la callosité du pouce. Les recherches de W. Harms ont confirmé ce résultat.

2. Expériences d'injections d'extrait testiculaire. — Nous avons déjà montré que le testicule exerce normalement une action modératrice sur le développement du tissu osseux. Or l'injection d'extrait testiculaire, d'après Dor, Maisonnave et Monziols, ralentirait la croissance chez les enfants qui

grandissent trop vite. Ce serait donc là une preuve que l'influence inhibitrice exercée par cette glande sur le développement du tissu osseux s'effectue par un mécanisme humoral.

C'est à la même conclusion qu'aboutissent les expériences de Loewy et Richter faites sur des chiens castrés et à échanges respiratoires ralentis. Comme nous l'avons déjà dit, l'injection d'extrait testiculaire produit chez ces animaux une augmentation de la consommation d'oxygène.

En ce qui concerne l'action fonctionnelle du testicule, elle s'exerce évidemment par un mécanisme humoral, puisque les principaux faits qui ont permis d'établir cette action spéciale ont été observés dans des expériences d'injections d'extraits testiculaires.

La prostate elle-même, d'après les recherches de N. Serralach et M. Parès (1907), serait capable de libérer dans le sang un produit de sécrétion interne. En effet, l'ablation de cette glande arrête la spermatogénèse et l'injection d'extrait glycérique de prostate, chez des chiens prostatectomisés, fait réapparaître les spermatozoïdes dans le canal déférent.

II. — Expériences faites sur des femelles.

1. Greffe de l'ovaire. — Les greffes de l'ovaire, à l'opposé de celles du testicule, prennent avec une très grande facilité. Ce fut Morris, en 1895, qui le premier exécuta cette opération chez la femme. —

En 1896, Knauer inséra sur le feuillet postérieur du ligament large les deux ovaires d'une lapine; une laparotomie pratiquée treize mois après la transplantation prouva que l'ovaire ne s'était par résorbé. Cette observation montrait donc que l'*autogreffe,* c'est-à-dire le transport de l'organe hors de son siège habituel chez le même animal (sans section des vaisseaux nourriciers), conserve à la glande l'intégrité de sa structure et probablement de sa fonction. — C. Fca, en 1900, a réalisé l'*homogreffe* ou greffe *homoplastique :* il a fait prendre l'ovaire d'une lapine *sur une autre lapine.* Cet expérimentateur a établi, en outre, un certain nombre de données intéressantes relatives à la greffe des ovaires : une glande embryonnaire transplantée sur une lapine impubère reste à l'état embryonnaire, tandis que sur une lapine pubère elle se développe rapidement et atteint la structure de l'ovaire adulte; un ovaire adulte greffé sur une femelle âgée se résorbe rapidement; il n'est pas nécessaire d'enlever préalablement les ovaires pour réussir une greffe, l'adjonction d'un ovaire réussit aussi bien que sa substitution; greffé sur un organisme mâle, l'ovaire embryonnaire conserve quelque temps sa structure, puis subit un commencement de développement et ensuite s'atrophie. — En 1901, Loukachevitch a fait des greffes *hétéroplastiques* de l'ovaire, c'est-à-dire a transplanté la glande d'une femelle sur une femelle d'une autre espèce. L'auteur a vu, dans ces conditions, les ovaires rester histologiquement intacts pendant trois ans. — A. Marshall et A. Jolly, en 1908, ont confirmé les faits de greffe hétéroplastique observés par Loukachevitch.

La facilité de la greffe ovarienne permettra donc de résoudre le problème suivant : la greffe de l'ovaire empêche-t-elle les effets consécutifs à la castration chez la femelle?

Morris a constaté, le premier, que l'utérus conserve ses dimensions normales chez les femmes ayant subi l'ovariotomie double, suivie de greffe des ovaires. Ce résultat a été confirmé par de nombreux auteurs (Ribbert, Knauer, Grigorieff, Marchese, Foa, Halban, Herlitzka, etc.) et prouve que l'ovaire greffé peut, comme l'ovaire normal, exercer son action morphogène sur l'appareil génital.

La menstruation, supprimée par l'ovariotomie double, persiste chez les femmes porteuses d'une greffe homoplastique. Une observation de Morris est particulièrement démonstrative à cet égard.

Le 11 février 1902, chez une femme de vingt et un ans qui n'avait pas eu ses règles depuis deux ans, Morris pratiqua l'ovariotomie double et, à la place des ovaires sclérosés, il greffa des lambeaux d'ovaire sain prélevés sur une autre femme. Quatre mois après la greffe, les règles apparurent; la malade demeura ensuite cinq mois sans être menstruée, puis la menstruation se rétablit régulièrement. Le 15 mars 1906, la jeune femme accouchait d'une fille[1].

La persistance de la menstruation après la greffe ovarienne a été retrouvée par Halban sur une femelle de singe. Celle-ci, menstruée avant l'ablation des glandes, le fut encore après une ovariotomie double suivie de transplantation des ovaires.

1. Ce fait prouve que l'ovogénèse peut persister sur un ovaire greffé.

Pouchet, Pflüger ont attribué les règles à un réflexe ayant pour point de départ le follicule de de Graaf mûr. L'excitation centripète émanée de ces formations serait réfléchie par des nerfs centrifuges sur tous les muscles de l'appareil génital. Ceux-ci en se contractant provoqueraient une stase veineuse au niveau de l'utérus et la rupture des vaisseaux de cet organe. Cette théorie, on le conçoit, n'a plus, depuis les expériences de greffe ovarienne relatées plus haut, qu'un intérêt historique.

2. Injections d'extrait d'ovaire. — Les injections d'extrait d'ovaire ont, comme nous l'avons déjà dit, des effets circulatoires, dynamogéniques sur le système neuro-musculaire et une influence sur l'intensité de la consommation d'oxygène. C'est dire que diverses actions attribuées à cette glande peuvent être rapportées à un mécanisme humoral.

III. — Critique de la théorie rapportant l'action morphogène, nutritive et fonctionnelle à un mécanisme humoral.

Les diverses expériences précitées de greffes et d'injections d'extraits glandulaires prouvent l'intervention d'un mécanisme humoral dans certains cas de l'action morphogène, nutritive et fonctionnelle des glandes génitales. Elles ne prouvent pas, néanmoins, que ce mécanisme est exclusif et que le système nerveux n'a aucune participation dans les phénomènes observés.

Il se pourrait, en effet, que la sécrétion interne libérée par les glandes sexuelles agisse sur un organe déterminé non pas directement, mais par l'intermédiaire du système nerveux. Des corrélations de cet ordre entre diverses parties du corps sont connues en physiologie et E. Gley a proposé pour elles l'appellation de *neuro-chimiques*. On sait, par exemple, que l'estomac peut exciter la sécrétion pancréatique grâce à l'acide chlorhydrique qu'il produit. Cet acide peut intervenir par un processus humoral pur (sécrétine), mais aussi par voie neuro-chimique. En effet, isolons une anse jéjunale entre deux fils; ligaturons, en respectant les nerfs, ses vaisseaux efférents (sanguins et lymphatiques) et injectons de l'acide chlorhydrique dans le segment d'intestin ainsi préparé : le pancréas se mettra à sécréter (Expérience de Wertheimer). L'acide a donc excité les nerfs jéjunaux qui à leur tour ont provoqué par voie réflexe l'activité pancréatique. C'est la preuve que l'estomac, organe producteur d'acide chlorhydrique, peut être en corrélation fonctionnelle neuro-chimique avec le pancréas. — Nussbaum a supposé qu'un mécanisme analogue au précédent explique l'influence du testicule sur l'hypertrophie des muscles de l'avant-bras et sur le développement de la callosité du pouce à la période du frai. Si, avant cette époque, on sectionne les nerfs de l'avant-bras (moteurs et sensitifs), la callosité du pouce et l'hypertrophie des muscles ne se montrent pas. Nussbaum a conclu de ces faits que la sécrétion interne du testicule agit sur les centres nerveux qui à leur tour produisent le développement des muscles de l'avant-bras et des pelotes du pouce. A

vrai dire, cette opinion ne s'impose par péremptoirement, si l'on songe aux troubles trophiques musculaires et cutanés consécutifs à la section des nerfs moteurs ou sensitifs ; l'énervation des avant-bras, par les perturbations propres qu'elle produit, peut, dans le cas de l'expérience de Nussbaum, masquer une action hypertrophiante réelle et directe de la sécrétion interne testiculaire.

Giard, en 1904, a signalé quelques faits difficilement compatibles avec la théorie de l'origine chimique des caractères sexuels secondaires. Chez certains insectes, une moitié du corps a le caractère masculin, tandis que l'autre moitié présente le caractère féminin. Cet androgynomorphisme ne s'explique pas par la doctrine humorale, car les humeurs qui baignent les deux côtés du corps ont la même composition.

De cet exposé, il résulte donc que la théorie chimique du rôle morphogène, nutritif et fonctionnel des glandes sexuelles possède à son actif beaucoup de faits de nature à établir indubitablement sa réalité. Ce serait, néanmoins, dépasser la portée de ces faits eux-mêmes que considérer le mécanisme humoral comme exclusif et s'appliquant à la totalité des espèces animales. Chez certaines d'entre elles, en effet, le système nerveux pourrait intervenir indépendamment de toute influence humorale émanant des glandes sexuelles. Enfin, même dans les cas où une action chimique du testicule et de l'ovaire est indéniable, il reste encore à savoir si celle-ci est *directe* ou de nature *neuro-chimique.*

CHAPITRE III

LOCALISATION DES FONCTIONS DE SÉCRÉTION INTERNE DANS LES GLANDES GÉNITALES

L'ovaire et le testicule, en plus des parties destinées à la spermatogénèse et à l'ovogénèse, ont des formations d'apparence glandulaire et auxquelles les auteurs ont attribué des fonctions de sécrétion interne. C'est ici le lieu d'étudier brièvement la structure de ces tissus particuliers et d'examiner en détail le bien-fondé du rôle qu'on leur attribue.

I. — Aperçu anatomique et histologique sur les glandes à sécrétion interne du testicule et de l'ovaire.

1. La glande interstitielle du testicule. — Les canalicules séminifères du testicule sont séparés les uns des autres par un réseau délicat de tissu con-

jonctif dérivé des cloisons interlobulaires; mais, en dehors des éléments conjonctifs proprement dits et des vaisseaux, on trouve dans les interstices des cellules particulières dites *interstitielles* ou *diastématiques* (διαστημα, interstice). Les cellules intersti-

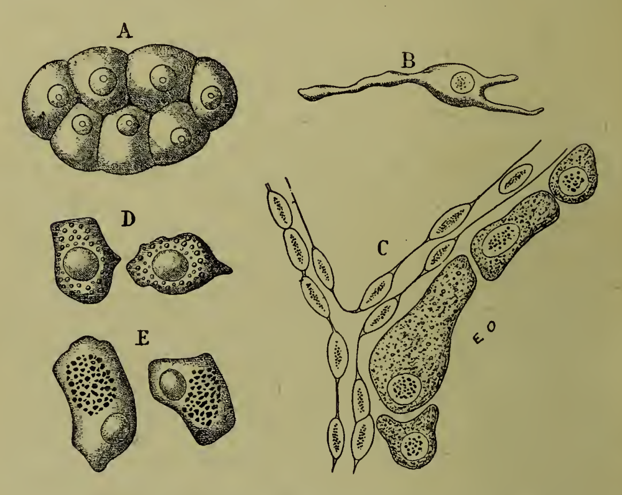


Fig. 15. — *Cellules interstitielles chez quelques mammifères.* (D'après Tourneux.)

A, chez le kanguroo. — B, chez le rat. — C, chez le cobaye. D, chez l'homme. — E, chez le cheval.

tielles ont, suivant les cas, une forme arrondie, ovalaire ou irrégulièrement polygonale (fig. 15). Leur protoplasma granuleux est souvent chargé de graisse et de pigments bruns ou jaunes. L'ensemble des cellules interstitielles constitue une glande (*glande interstitielle*) dont l'indépendance anatomique vis-à-vis des tubes séminifères apparaît clairement chez cer-

tains cryptorchides : le testicule de ces individus possède des éléments diastématiques parfaitement normaux, alors que l'épithélium germinatif est atrophié ou absent (Felizet et Branca).

2. La glande interstitelle de l'ovaire et le corps jaune. — Il existe dans l'ovaire deux formations de nature glandulaire auxquelles divers auteurs ont attribué une action générale sur l'organisme : la glande interstitielle et le corps jaune.

a) *La glande interstitielle de l'ovaire.* — Elle paraît avoir été observée pour la première fois par Pflüger, en 1863; cet auteur a mentionné dans l'ovaire des amas de cellules conjonctives remplies de granulations graisseuses jaunâtres. Leur apparence glandulaire et leur situation dans l'interstice des follicules de de Graaf justifie l'appellation de *glande interstitielle* donnée à ces formations (Limon, 1901). La glande interstitielle est tantôt permanente (lapine), tantôt absente pendant le jeune âge et présente à partir de la puberté, tantôt enfin complètement absente pendant toute la vie; les femelles appartenant à cette dernière catégorie doivent, cependant, se diviser en deux groupes : chez les unes, la formation n'existe ni pendant la vie intra-utérine, ni pendant la vie extra-utérine (femme, truie, chèvre, laie, chienne); chez les autres solipèdes, elle existe pendant la période fœtale (P. Aimé).

b) *Le corps jaune.* — On appelle corps jaune une formation qui se développe au niveau des follicules de de Graaf après qu'ils se sont rompus.

Aspect macroscopique des corps jaunes. — Les corps jaunes apparaissent sous forme de saillies plus ou moins marquées, en nombre variable suivant les espèces animales (6 ou 7 chez la lapine, la souris, la truie, la rate, 1 ou 2 chez la brebis, la vache, la jument). Parfois le corps jaune est complètement inclus dans la substance ovarienne et ne se traduit à l'extérieur par aucune saillie. — Sa coloration est jaune rougeâtre chez la femme, rouge chez la truie et la chienne, brun jaunâtre chez la vache, brun très pâle chez la brebis. — Les corps jaunes forment de petites masses plus ou moins bien arrondies. Chez la femme, ils constituent une petite sphère aplatie suivant un de ses diamètres, aplatissement qui correspond à celui de l'ovaire. — Les dimensions du corps jaune sont variables chez les divers animaux. Son grand diamètre est de 0 cm. 7 à 0 cm. 8 chez la chienne, 0 cm. 9 environ chez la brebis, 1 cm. 4 à 1 cm. 8 chez la femme, 2 à 3 cm. chez la vache.

Caractères microscopiques. — Abstraction faite du caillot central, la substance du corps jaune est limitée en dedans par deux ou trois couches de cellules conjonctives aplaties, en dehors par la couche conjonctivo-vasculaire qui envoie des prolongements dans la substance même du corps jaune. Les cloisons conjonctivo-vasculaires se divisent en cloisons secondaires et délimitent des espaces dans lesquels se trouvent les grosses cellules épithéliales entourées de capillaires. Le réseau capillaire est extrêmement riche; chaque cellule se trouve en contact intime avec plusieurs vaisseaux. Cette disposition particulière des vaisseaux par rapport aux cellules a frappé Prenant qui, le premier, a constaté que le corps jaune ressemble par sa structure aux glandes à sécrétion interne.

La cellule du corps jaune, appelée aussi *cellule à lutéine*,

mérite une description détaillée. Nous prendrons comme type la cellule du corps jaune chez la femme. — Elle est polyédrique, à contours nets, mesurant de 20 à 30 μ de diamètre. Le noyau est volumineux, arrondi, excentrique, à contours réguliers, parsemé de fins filaments de chromatine. Il est pourvu d'un ou de deux nucléoles qui se colorent en noir par l'hématoxyline et en rouge par la safranine après fixation au bichromate acétique. Le protoplasma, dans les cellules arrivées à maturité, peut être divisé en deux parties : une centrale, périnucléaire, foncée, épaisse et dense, appelée *endoplasma;* une périphérique, plus claire, contenant quelques granulations graisseuses, appelée *exoplasma.* — Les auteurs ont discuté sur la question de savoir s'il existe des divisions karyokinétiques dans ces cellules. C'est là un point important à élucider, en raison de la loi formulée par Prenant et d'après laquelle la karyokinèse est d'une extrême rareté dans les cellules glandulaires. Sobotta, Honoré, Cohn, Kreiss nient l'existence de la division indirecte dans les éléments à lutéine du corps jaune. Cependant des figures de karyokinèse auraient été observées par Van der Stricht dans le corps jaune de la chauve-souris et de la femme, par Marshall dans celui de la brebis, par Rabl dans celui de la femme (confirmation de l'observation de Van der Stricht) et par Bouin dans celui de la femelle du cobaye. Malgré les constatations de ces auteurs, il y a, néanmoins, lieu d'admettre que les figures de karyokinèse niées par beaucoup d'excellents histologistes doivent être d'une extrême rareté dans les cellules à lutéine des corps jaunes.

La régression du corps jaune. — La régression du corps jaune commence par une atténuation de sa couleur rougeâtre; le grand diamètre de cette formation diminue, la paroi qui entoure le caillot central s'amincit et ce dernier se résorbe. Au bout de dix à douze jours après le début de la régression chez la femme, le corps jaune ne traduit plus sa présence à

l'extérieur de l'ovaire. Inclus complètement dans le tissu de l'organe, il ne forme plus qu'une petite masse colorée, ferme, difficile à séparer du tissu ovarien. Au bout d'un temps qu'il est difficile de préciser, il devient une petite tache blanchâtre appelée *corpus albicans.* — Si on suit au microscope les phases de la régression, on voit les travées conjonctives s'épaissir graduellement et les capillaires disparaître au milieu du tissu de sclérose. Les cellules diminuent de volume, leur protoplasma devient homogène, clair, et bientôt elles disparaissent complètement.

La durée d'évolution du corps jaune est, comme on peut le penser, très différente suivant les espèces animales. De plus, elle est beaucoup plus longue quand l'ovulation est suivie de fécondation. Chez la femme gravide, la période d'état dure environ quatre mois; ce n'est qu'au milieu de la grossesse que cette formation commence à régresser.

II. — Faits démontrant le rôle du tissu interstitiel, testiculaire et ovarien, et du corps jaune dans les fonctions de sécrétion interne des glandes génitales.

La structure des diverses formations qui viennent d'être étudiées paraît *a priori* légitimer l'hypothèse qu'elles sont le substratum des fonctions de sécrétion interne des glandes génitales. Un certain nombre de faits est favorable à cette conception.

1. Rôle de la glande interstitielle du testicule. — La glande interstitielle du testicule présiderait, chez l'embryon, à l'apparition des caractères sexuels primaires et exercerait, pendant la vie extra-utérine, les diverses actions attribuées au testicule tout entier.

On sait que la glande génitale présente chez l'embryon une phase d'indifférence après laquelle elle évolue vers le type mâle ou vers le type femelle. Lorsque l'embryon doit devenir un mâle, les cellules interstitielles se différencient dans la glande indifférente d'une manière beaucoup plus précoce que s'il doit se produire une femelle (Mihalcowics, Nussbaum, Prenant). La présence de cellules interstitielles à un stade déterminé et relativement peu avancé de la vie embryonnaire permet de diagnostiquer quel sera le sexe du produit. La glande interstitielle se spécialisant avant l'évolution de l'organe sexuel vers le type mâle ou femelle, il est donc possible, comme l'ont admis Bouin et Ancel, qu'elle préside à l'apparition des caractères sexuels primaires.

Beaucoup plus certaine est l'intervention de la glande interstitielle dans l'action morphogène et fonctionnelle exercée par le testicule.

Chez beaucoup d'individus à testicules cachés (cryptorchides), l'épithélium séminal peut être entièrement dégénéré *avec persistance de la glande interstitielle* et de l'épithélium de Sertoli. Ce fait noté par Felizet et Branca (1898) a été confirmé ensuite par Cunéo et Lecène, Regaud et Policard et généralisé à un grand nombre d'animaux cryptorchides par Bouin et Ancel. Or, les observations des vétérinaires

avaient depuis longtemps établi que les mâles adultes à testicules non descendus ressemblent complètement aux mâles normaux au point de vue de leur habitus extérieur et de l'instinct sexuel. L'étalon cryptorchide est assailli de désirs fougueux en présence des juments en rut; le verrat rile dont la glande interstitielle est intacte présente, malgré son infécondité, les caractères extérieurs du verrat ordinaire: il est méchant, il a les yeux rouges et désire ardemment les femelles. Chez l'homme cryptorchide, on a également constaté l'existence des caractères de la virilité, coïncidant avec une infécondité absolue (Variot et Bezançon, 1892; Gardner W. Allen, Routier). Donc la persistance de la glande interstitielle suffit pour assurer l'apparition chez le mâle de tous les attributs du sexe masculin.

Bouin et Ancel (1903) ont produit artificiellement par divers moyens (injection de chlorure de zinc dans le canal déférent, ligature de ce canal) la disparition de la glande séminale avec conservation de la glande interstitielle. Les cobayes et les lapins traités de cette manière étaient inféconds, mais avaient les caractères des mâles entiers.

Schönberg, Frieben, en 1903, ont soumis les testicules de lapins à l'action des rayons X. Les animaux ont perdu leur puissance fécondante, mais conservé le désir et la faculté de copuler.

Bergonié et Tribondeau, en 1905, ont généralisé au rat blanc les expériences de röntgénisation faites par les auteurs précédents. Il suffit d'une séance d'irradiation de 25 à 30 minutes, l'ampoule génératrice étant à 10 centimètres du testicule, pour que la sper-

matogénèse soit compromise. On observe la fonte des tubes séminipares et, à leur place, il ne reste qu'un liquide albumineux qui ne tarde pas à se résorber. Le tractus génital ne s'atrophie pas et les désirs sexuels persistent. L'examen histologique montre que la glande interstitielle reste intacte.

La glande interstitielle du testicule paraît donc assurer l'apparition et le maintien des caractères sexuels secondaires chez le mâle.

Cependant on pourrait objecter à cette opinion que la persistance de la glande interstitielle chez des individus présentant les caractères des sujets entiers ne suffit par nécessairement pour qu'on ait le droit de considérer cette formation comme présidant au développement et à la conservation des attributs masculins; un organe autre que la glande interstitielle elle-même pourrait suppléer à la fonction déficiente de l'épithélium germinatif. A cette objection, on répond par les arguments suivants dus à Bouin et Ancel :

1º La castration supprime l'instinct génital chez les cryptorchides privés de glande séminale et pourvus de glande interstitielle;

2º Chez certains lapins ayant subi la ligature du canal déférent des deux côtés, la glande séminale et la glande interstitielle dégénèrent et ces animaux ont le caractère des castrats. Or, la disparition de la glande séminale ne suffit pas à elle seule pour créer ce caractère. Donc l'instinct sexuel et les particularités masculines de l'habitus extérieur sont dus à la glande interstitielle;

3º Chez certains cryptorchides, la glande sémi-

nale et la glande interstitielle manquent : ces animaux ont l'aspect des castrats;

4° En 1906, Bouin et Ancel ont recueilli des testicules d'animaux chez lesquels la glande interstitielle était normalement développée et la glande séminale absente et ils ont pu, de cette manière, préparer des extraits de glande interstitielle. Pour être sûrs d'obtenir des extraits de glande interstitielle pure, les auteurs ont examiné chaque testicule au microscope et ils ont utilisé seulement ceux qui étaient complètement dépourvus de la glande séminale. Ils ont injecté ces extraits à des animaux castrés jeunes et ils ont observé le développement de leur squelette et des organes génitaux.

Les animaux mis en expérience étaient des cobayes mâles, âgés de deux à quatre semaines, au nombre de neuf. Ils ont été partagés en trois séries de trois animaux chacune. Les cobayes de la première ont été gardés comme témoins ; ceux de la seconde ont été castrés et traités par l'extrait de glande interstitielle ; ceux de la dernière ont été castrés et n'ont pas reçu d'injections. Les expériences de Bouin et Ancel montrent, d'une part, « que les fémurs et les tibias des animaux castrés sont *plus longs* que ceux des cobayes normaux, ... que les os des castrés injectés sont moins longs que ceux des castrés témoins et se rapprochent sensiblement des os des normaux témoins. Les mêmes observations sont à faire au sujet des os nasaux qui ont subi chez les castrés injectés un allongement moins considérable que chez les castrés témoins ».

D'autre part, tandis que la verge et les vésicules séminales ont conservé chez les castrés témoins la

longueur et le poids qu'elles possèdent chez les animaux très jeunes, elles se sont, au contraire, développées chez les sujets castrés et injectés ; leurs dimensions se rapprochent des dimensions présentées par les mêmes organes chez les sujets normaux.

Le rôle morphogène de la glande interstitielle, établi par les nombreux travaux de Bouin et Ancel, a été mis en doute par G. Loisel, du moins en ce qui concerne certains oiseaux : chez ceux-ci, les cellules germinatives et les éléments de Sertoli joueraient un rôle très important dans le déterminisme des caractères sexuels secondaires. Des recherches faites sur le moineau, le foudi de Madagascar et le serin semblent fournir une base solide à cette théorie. A l'époque des amours, le testicule manifeste chez ces animaux une activité morphogène indéniable. Or, à ce moment-là, les cellules de Sertoli et celles des tubes séminipares se remplissent de granulations et ressemblent à des cellules de glandes à sécrétion interne. — A l'appui de l'opinion de Loisel, on pourrait également citer le fait que, chez les insectes, il n'y a pas de cellules interstitielles et que cependant il apparaît chez ces animaux des caractères sexuels secondaires.

La théorie de Loisel qui peut être exacte pour les oiseaux ne saurait toutefois s'appliquer aux mammifères. Chez certains cryptorchides, l'épithélium germinatif et le syncythium nourricier font défaut et il n'existe que la glande interstitielle; cependant, ces individus présentent tous les caractères du mâle (Bouin et Ancel). La glande interstitielle exerce donc,

1. Mesurée de l'extrémité du gland à la symphyse pubienne.

chez les mammifères, à titre prépondérant sinon exclusif, les fonctions de sécrétion interne du testicule.

2. Rôle de la glande interstitielle de l'ovaire. — En 1904, la question a été posée par Limon de savoir si les cellules interstitielles ne seraient pas la partie de l'ovaire assurant la nutrition du tractus génital. La réalité d'un rôle important assuré par cette formation semblait ressortir des recherches de cet auteur relatives à l'évolution des greffes ovariennes chez des lapines préalablement castrées. Les cellules interstitielles de l'ovaire transplanté, après une période passagère d'atrophie, reprennent leur volume et leur aspect primitifs vers le quatrième mois qui suit la greffe. Il est donc à présumer que cette réapparition du caractère glandulaire des éléments interstitiels doit correspondre à l'accomplissement par eux d'une fonction importante.

L'hypothèse *a priori* très légitime d'une influence nutritive exercée par la glande interstitielle sur le tractus génital paraît peu probable depuis les ingénieuses expériences de Villemin (1907). — Les travaux de Halberstadter, Bergonié et Tribondeau, Roulier avaient prouvé que les rayons X dirigés sur l'ovaire amènent la destruction des ovocytes, des follicules de de Graaf et même, comme l'ont signalé Bergonié et Tribondeau, celle des follicules. Villemin s'est demandé si l'irradiation, faite dans des conditions particulières, ne provoquerait pas la destruction des follicules avec conservation de la glande interstitielle. Les expériences de cet auteur ont porté sur quatre lapines dont l'une était gardée comme té-

moin et dont les autres étaient soumises à l'action des rayons X. Ceux-ci étaient produits par une ampoule de Müller de 25 bougies d'étincelle avec osmo-régulateur; le courant avait une intensité de 8 à 10 ampères et une force électromotrice de 70 volts. L'animal en expérience était placé à 10 centimètres de l'ampoule. L'irradiation bilatérale des ovaires a été faite en sept séances espacées dans une période de deux mois et a duré 108 minutes pour la première lapine, 83 minutes pour la deuxième et 85 minutes pour la troisième. Les animaux ont été sacrifiés quinze jours au moins après la dernière exposition aux rayons X. — Villemin a constaté que, chez les lapines irradiées, le tractus génital avait régressé; les cellules épithéliales cylindriques de la muqueuse utérine étaient aplaties, les fibres musculaires du corps et des cornes de la matrice avaient subi une atrophie marquée. Dans l'ovaire, les follicules de de Graaf avaient dégénéré, il n'était pas apparu de corps jaunes et *la glande interstitielle avait conservé une apparente intégrité.*

Ancel et Villemin ont essayé de dissocier, par un autre moyen les fonctions du follicule ovarien (ou du corps jaune) et celles de la glande interstitielle. Chez cinq lapines, ces auteurs ont fixé l'ovaire sous la peau de l'abdomen et constaté chez elles, au bout de un mois et demi après l'opération, une atrophie nette du tractus génital. L'examen histologique de la glande ectopiée démontrait l'atrophie des ovocytes et des follicules de de Graaf; *la glande interstitielle était intacte.* Donc l'intégrité des cellules interstitielles chez la lapine ne suffit pas à assurer la nutrition des or-

ganes sexuels. — Aussi bien ce fait pouvait-il être prévu, si l'on songe que chez beaucoup de femelles de mammifères (femme, truie, brebis, chèvre, chienne) la glande interstitielle est absente et que, chez celles-ci, l'ovaire n'en a pas moins un rôle trophique très important sur le tractus génital.

On a pensé également que les cellules interstitielles pourraient avoir une action nutritive sur les follicules de de Graaf. Cette hypothèse implique que, chez la lapine (et autres femelles pourvues de glande interstitielle), les ovisacs ont besoin pour leur nutrition d'éléments dont peuvent se passer les ovisacs de divers autres mammifères.

Un travail récent d'Anzilotti (1909) a montré que le tissu interstitiel, chez la lapine ovariotomisée unilatéralement, se développe considérablement dans l'ovaire qui reste. Cette hypertrophie compensatrice s'observe d'habitude sur des éléments qui assurent une fonction importante dans l'économie. Donc, malgré notre ignorance actuelle de tout rôle caractérisé attribuable à la glande interstitielle, il semble bien, d'après les recherches d'Anzilotti, que cette formation doive exercer une action inconnue mais importante dans l'organisme.

3. Rôle du corps jaune. — On a assigné au corps jaune de l'ovaire : 1° une action morphogène sur l'appareil génital; 2° une action fonctionnelle; 3° une action toxique.

a) Action morphogène du corps jaune sur l'appareil génital. — Les expériences initiales de Frænkel ont montré que le corps jaune tient sous sa dé-

pendance la nutrition et la forme des organes génitaux, tant en dehors de la grossesse que pendant la grossesse.

Cet auteur, chez sept lapines, a cautérisé les corps jaunes sans enlever l'ovaire. Quatorze jours après l'opération, la glande privée de corps jaunes paraissait saine à l'inspection extérieure et à la section. L'utérus, au contraire, présentait le même aspect atrophié qu'après l'ovariotomie totale.

En conformité avec l'opinion de Frænkel, Villemin, en 1908, a constaté chez la vache, la truie et la lapine une différence considérable dans la morphologie des organes génitaux suivant que l'ovaire renfermait ou non des corps jaunes en période d'état. Chez les femelles pourvues de corps jaunes, l'utérus était congestionné et la muqueuse très épaissie faisait saillie à l'extérieur; les femelles dépourvues de corps jaunes avaient un utérus plus petit que les précédentes et sa muqueuse non hypertrophiée ne faisait pas saillie à l'extérieur.

Born avait supposé que pendant la grossesse le corps jaune préside au développement de l'utérus. Frænkel, chez des femelles récemment fécondées (deux ou cinq jours auparavant), a cautérisé les corps jaunes; dans ces conditions, la grossesse n'a pas eu lieu et l'utérus s'est atrophié. C'est donc la preuve que le corps jaune tient sous sa dépendance le développement utérin pendant la gestation.

Les expériences de Frænkel ont été confirmées par Niskoubina (1909) qui a vu que la cautérisation ignée des corps jaunes, chez les lapines récemment fécondées, produit la résorption de l'œuf. Cet auteur a éta-

bli, en outre, que vers le quatorzième ou le quinzième jour après la copulation la destruction du corps jaune n'interrompt plus la grossesse; d'ailleurs, à ce moment, chez la lapine normale, le corps jaune pâlit et régresse : son rôle physiologique est terminé.

Certains auteurs ont pensé que l'hypertrophie gravidique de la matrice n'était pas due au corps jaune, mais au placenta et à l'œuf lui-même. Bien que les expériences précédentes fussent suffisantes pour infirmer cette hypothèse, tout au moins en ce qui concerne les premiers stades du développement utérin consécutifs à la fécondation, Ancel et Bouin (1909) ont encore fourni des preuves directes de la non-intervention de l'œuf ou de ses annexes. Ils ont soumis à des coïts non fécondants des lapines à trompes réséquées entre deux ligatures; de cette manière, les follicules de de Graaf se rompaient, mais l'ovule et le spermatozoïde ne pouvaient pas entrer en contact. Néanmoins, le corps jaune se formait et à l'époque probable où il était parvenu à sa période d'état, on examinait l'utérus de l'animal. Ancel et Bouin ont trouvé alors l'organe congestionné et beaucoup plus gros que normalement; ses vaisseaux étaient dilatés, surtout dans le chorion de la muqueuse, et l'épithélium présentait des mitoses.

Enfin Ancel et Bouin ont voulu éliminer, en tant que facteur d'influence possible sur le développement de la matrice, l'excitation nerveuse qui accompagne le coït. Ils ont provoqué, artificiellement et en dehors de tout contact avec le mâle, la formation de corps jaunes en rupturant à l'aide d'aiguilles ou de fins ciseaux les follicules mûrs chez des lapines vierges et

en rut. Des corps jaunes se sont développés consécutivement à cette opération et leur apparition a été suivie d'une hypertrophie utérine marquée.

La théorie attribuant au corps jaune une action trophique sur la matrice gravide ou non gravide n'a pas été admise par tous les auteurs.

On a objecté que la destruction des corps jaunes équivalait, par les lésions de voisinage provoquées, à une véritable ovariotomie et que, dans ces conditions, il n'était pas étonnant de voir apparaître l'atrophie utérine et d'observer l'interruption de la grossesse. Pour répondre à cette objection, Bouin et Ancel ont cautérisé le parenchyme ovarien sans toucher aux corps jaunes : cette opération a permis l'évolution ultérieure de la grossesse. Les lésions du tissu ovarien proprement dit n'intervenaient donc en rien, d'après ces auteurs, dans les phénomènes décrits.

D'autre part, Regaud et Dubreuil (1909) ont pratiqué, comparativement chez des lapines pourvues de corps jaunes et chez des lapines dépourvues de cette formation, de très nombreuses mensurations utérines. La moyenne des dimensions de la matrice est un peu supérieure chez les femelles porteuses de corps jaunes, mais à cette règle il existe de multiples exceptions. D'ailleurs, l'organe gestateur, chez des animaux dont les corps jaunes sont sensiblement dans le même état, peut varier du simple au double. Ces faits, d'après Regaud et Dubreuil, rendraient très problématique toute corrélation entre le degré de développement utérin et la présence de corps jaunes.

Enfin, Kleinhaus et Schenk ont énucléé le corps jaune chez des lapines récemment fécondées et ils ont vu que, dans ces conditions, la grossesse pouvait encore être menée à terme. Ce résultat est, comme on le voit, en contradiction flagrante avec des faits apparemment très bien observés par Frænkel et par Ancel et Bouin.

b) *Action fonctionnelle du corps jaune.* — L'action fonctionnelle du corps jaune paraît pouvoir être déduite de l'influence de cette formation : 1° sur l'appareil cardio-vasculaire; 2° sur la menstruation chez la femme; 3° sur le rut des animaux; 4° sur le développement gravidique des mamelles.

Action cardio-vasculaire. — Lambert, en 1907, a étudié l'action de l'extrait de corps jaune de truie et de vache sur le cœur de grenouille. En injection hypodermique et en instillation directe sur le cœur, cette préparation produit un ralentissement du rythme et un affaiblissement des contractions cardiaques. — Mélangé à très faible dose à du liquide de Ringer circulant à travers le cœur isolé, l'extrait de corps jaune provoque l'arrêt diastolique du ventricule d'abord, puis celui des oreillettes. Quand la dose n'est pas trop forte, les battements se rétablissent spontanément sans qu'il soit nécessaire de remplacer la solution toxique de circulation artificielle par la solution de Ringer normale. Quand la dose est forte, le passage consécutif de liquide de Ringer pur suffit à assurer la reprise des battements cardiaques.

Villemin a cherché l'action des corps jaunes de truie et de vache sur la pression artérielle du chien.

Sous l'influence de ces préparations injectées dans la circulation, l'auteur a observé une chute de pression variant entre 3 à 8 centimètres de mercure et se maintenant une minute environ. Quand la pression est revenue à son niveau primitif, une seconde injection d'extrait demeure inefficace. Quelques secondes après l'injection, le cœur est très accéléré; l'excitation du pneumogastrique ne fait plus baisser la pression artérielle et ne ralentit pas les battements cardiaques. — Villemin attribue la chute de pression à une action vaso-dilatatrice, mais ne fournit pas la preuve péremptoire de son affirmation; cet auteur, en effet, a simplement inscrit la pression artérielle, ce qui laisse entièrement indécis le fait de l'origine cardiaque ou vaso-motrice d'une réaction manométrique. — Quant à la paralysie du pneumogastrique décrite par Villemin, elle ne peut pas être rapportée avec certitude à l'action du corps jaune lui-même; les animaux expérimentés étaient curarisés et on sait que le curare est susceptible, à dose convenable, de supprimer le pouvoir cardio-inhibiteur du vague. Villemin ne dit pas dans ses protocoles s'il s'est assuré, avant l'injection d'extrait de corps jaune, que le nerf était encore excitable malgré la curarisation du chien.

M. Pachon et moi-même avons eu l'occasion de faire quelques expériences sur l'action cardio-vasculaire du corps jaune de vache. Nous avons utilisé des corps jaunes *frais*, provenant d'animaux tués le matin même à l'abattoir et mis à macérer pendant trois heures dans une égale partie d'eau salée à 9 p. 1000; le liquide filtré était injecté, le jour même de sa pré-

paration, à la dose de 5 à 20 centimètres cubes dans la veine saphène d'un chien. Sur trois extraits injectés chacun à un chien différent, un seul a produit une chute nette de la pression artérielle; les deux autres se sont montrés inefficaces alors que l'extrait des ovaires eux-mêmes sur lesquels avaient été prélevés les corps jaunes était franchement hypotenseur. L'action du corps jaune de vache *frais* sur l'appareil cardio-vasculaire du chien nous apparaît donc comme très inconstante.

Action sur la menstruation chez la femme. — Frænkel (1903) a émis l'opinion que le corps jaune tient sous sa dépendance la menstruation chez la femme. Chez neuf malades laparotomisées pour des affections diverses et dont les ovaires étaient sains, il a brûlé le corps jaune en période d'évolution ou en période d'état. Dans 8 cas sur 9, il a empêché la menstruation qui devait apparaître de se produire. Frænkel a conclu que le corps jaune est une petite glande ovarique qui provoque périodiquement l'hyperémie et la rénovation de la muqueuse utérine.

Des observations de Lindenthal et surtout de Ancel et Villemin sont confirmatives de la théorie de Frænkel. Ancel et Villemin ont observé après laparotomie les ovaires de 39 femmes dont les unes étaient en pleine menstruation et dont les autres se trouvaient à des moments variables de la période intermenstruelle. Chez les femmes en état ou en imminence de menstruation, Ancel et Villemin ont vu sur l'ovaire un corps jaune volumineux et complètement développé; chez les autres, le corps jaune était en régression ou

en voie de formation. D'après les observations de Ancel et Villemin, les phénomènes se passeraient donc dans l'ovaire suivant l'ordre chronologique suivant : le follicule de de Graaf se rompt; douze ou quatorze jours après la rupture, le corps jaune est complètement formé et les règles apparaissent, ensuite le corps jaune s'atrophie et un nouveau follicule se développe.

A propos du corps jaune, réapparaît, comme on le voit, le problème tant discuté des rapports chronologiques entre la menstruation et l'ovulation, auquel, comme nous avons eu l'occasion de le montrer, il est momentanément impossible de donner une solution certaine. Nous rappellerons ici que la conception de Frænkel, à côté de faits en apparence bien établis qui lui servent de fondement, a contre elle des observations de physiologistes et de gynécologues qui affirment la coïncidence de la menstruation et de la rupture de l'ovisac et, par conséquent, l'absence de toute participation du corps jaune dans la genèse de l'hémorragie périodique. Il est donc prudent de faire encore quelques réserves sur l'intéressante théorie de Frænkel.

Action sur le rut des animaux. — Les constatations de Frænkel relatives à la menstruation chez la femme posaient la question de savoir si le rut des animaux ne relevait pas lui aussi d'une action particulière exercée par le corps jaune. Villemin (1907) a constaté que l'ovaire des lapines présente toujours des corps jaunes en période d'état au moment du rut et en est dépourvu dans les périodes de frigidité sexuelle. Vil-

lemin se croit donc autorisé à attribuer le rut de la lapine à une action des corps jaunes.

Des observations de Regaud et Dubreuil (1908) prouvent que beaucoup de lapines en rut n'ont pas de corps jaunes sur l'ovaire ou seulement des corps jaunes anciens et dégénérés. Mulon (1908) a montré également que ces formations peuvent être absentes chez des femelles de cobaye en chaleur. — Donc l'opinion de Frænkel développée par Villemin, si elle s'applique à la femme et à certains animaux, n'est assurément pas valable pour la lapine et quelques autres rongeurs.

Action du corps jaune sur la glande mammaire. — Nous avons déjà signalé l'action du corps jaune sur le développement gravidique de la mamelle. Nous rappelons ici que Ancel et Bouin (1909) ont accouplé des femelles avec des mâles aspermatogènes et constaté, *en l'absence de toute fécondation*, un développement marqué de la glande mammaire. Celui-ci atteint son maximum vers le quatorzième jour, époque où le corps jaune est en période d'état; puis, vers le quinzième ou seizième jour, la mamelle régresse comme le fait à ce même moment le corps jaune. Enfin, la cautérisation des corps jaunes quelques jours après le coït empêche l'hypertrophie de la glande mammaire de se produire.

D'après des expériences récentes de L. Loeb, le corps jaune exercerait une influence sur le rythme de l'ovulation. Chez le cobaye, la rupture des follicules de de Graaf se produit normalement à des intervalles de dix-neuf à vingt-quatre jours, indépen-

damment de la gravidité, de la copulation ou de la présence du mâle. L'extirpation des corps jaunes réduirait ce délai : la nouvelle ovulation ne serait plus séparée de la précédente que par un intervalle de onze à seize jours. Le corps jaune exercerait donc une action d'arrêt sur la maturation et la déhiscence des follicules.

c) *Action toxique du corps jaune.* — Nous avons déjà décrit à l'ovaire une action toxique très nette. Celle-ci paraît se rapporter, en partie du moins, aux corps jaunes que l'organe contient.

Lambert, en 1907, a expérimenté sur la grenouille et sur le lapin des extraits de corps jaune de truie et de vache. Cette préparation injectée sous la peau de la grenouille détermine à dose convenable de la parésie, puis de la paralysie; la respiration s'arrête, le cœur se ralentit, l'excitabilité des nerfs et des muscles est très diminuée. Si la dose n'a pas été trop forte, l'animal se rétablit après être resté paralysé pendant quelques heures. — Chez le lapin, l'extrait de corps jaune en injection hypodermique est peu toxique; au contraire, administré dans la veine marginale de l'oreille à la dose de 3 centimètres cubes, il produit une modification du rythme respiratoire, des contractions péristaltiques violentes de l'intestin et des convulsions généralisées analogues à celles de la strychnine. A l'autopsie, on constate de la congestion du foie, du poumon et des méninges; on trouve de la sérosité sanguinolente dans le péritoine, la plèvre, le péricarde, et les cavités articulaires. Cet ensemble de phénomènes ne s'observe pas avec l'extrait des ovaires pri-

vés de corps jaunes. Cette dernière formation paraît donc être l'agent essentiel de la toxicité de l'ovaire total.

J. Livon, en 1909, a expérimenté l'extrait de corps jaune de truie et de vache chez le cobaye; ses recherches confirment celles de Lambert relativement à la toxicité de cette préparation.

CHAPITRE IV

LES RAPPORTS PHYSIOLOGIQUES ENTRE LES GLANDES GÉNITALES ET D'AUTRES GLANDES DE L'ORGANISME

Certaines glandes de l'organisme sont susceptibles de présenter entre elles deux sortes de rapports physiologiques : 1° elles peuvent influencer réciproquement leur fonctionnement (*corrélations fonctionnelles*); 2° elles peuvent libérer des produits qui agissent dans un même sens ou en sens contraire (*synergies ou antagonismes d'action*. Un exemple classique de corrélation fonctionnelle est celle qui existe entre l'estomac et le pancréas (influence de l'acide chlorhydrique sur la mise en branle de la sécrétion pancréatique). Comme synergie d'action, on peut signaler celle des glandes salivaires et du pancréas sur l'hydrolyse des matières amylacées. — Les glandes génitales présentent ces deux sortes de rapports physiologiques avec d'autres organes de l'économie : la thyroïde, l'hypophyse, le thymus et les capsules surrénales.

I. — Rapports physiologiques entre les glandes génitales et le corps thyroïde.

1. Corrélations fonctionnelles. — Le corps thyroïde présente des corrélations fonctionnelles avec les testicules, les ovaires et les mamelles.

a) *Corrélations fonctionnelles entre le testicule et le corps thyroïde.* — Il y a deux ordres d'expériences à examiner : les unes prouvent l'influence du testicule sur le fonctionnement du corps thyroïde; les autres l'influence du corps thyroïde sur le fonctionnement du testicule.

Influence du testicule sur le fonctionnement du corps thyroïde. — D'après Cecca (1904), l'ablation des testicules produirait la dilatation des follicules thyroïdiens. Parhon et Golstein ont confirmé ce résultat; en outre, ils ont constaté que le poids de la glande thyroïde chez les chiens castrés est légèrement supérieur à celui des sujets entiers : chez deux chiens normaux, ces auteurs ont trouvé une moyenne de 0 gr. 126 de corps thyroïde par kilogramme d'animal et chez six chiens sans testicules une moyenne de 0 gr. 137 par kilogramme. Or, la relation bien connue entre le développement d'un organe et l'intensité de son fonctionnement semble légitimer la conclusion que la glande thyroïde est plus active chez les mâles castrés que chez les autres. Le testicule paraît donc exer-

cer une influence inhibitrice sur le fonctionnement thyroïdien.

Influence du corps thyroïde sur le fonctionnement du testicule. — L'observation des crétins et des myxœdémateux, individus atteints d'insuffisance thyroïdienne, permettait déjà d'inférer une action exercée par le corps thyroïde sur les testicules ; on sait que chez ces malades tout l'appareil génital demeure à l'état infantile.

Fr. Hofmeister (1892-1894) a thyroïdectomisé de jeunes lapins et a constaté que cette opération empêche le développement normal des organes générateurs, l'apparition de la spermatogénèse et de l'instinct sexuel. — E. Gley a vu de même que le mâle adulte thyroïdectomisé est quasi impuissant et incapable de féconder une femelle. — Otto Lanz (1894), de Zurich, a eu l'occasion d'observer un individu thyroïdectomisé dans son jeune âge et dont l'aspect et le caractère étaient demeurés infantiles. L'administration d'extrait thyroïdien a fait apparaître l'instinct sexuel chez ce sujet. La glande thyroïde paraît donc produire normalement une excitation trophique et fonctionnelle sur le testicule.

b) Corrélation fonctionnelle entre l'ovaire et le corps thyroïde. — L'action qu'exercent ces deux organes l'un sur l'autre est réciproque : l'ovaire influence le fonctionnement thyroïdien et la thyroïde le fonctionnement ovarien.

Influence de l'ovaire sur le fonctionnement du corps thyroïde. — C'est un fait bien connu que la base du

cou s'élargit au moment de la puberté chez la jeune fille et même, d'après un préjugé très ancien dont on trouve déjà la trace dans Juvénal, cet élargissement serait particulièrement marqué après le premier rapport sexuel.

Au moment des règles, certaines femmes ont la base du cou augmentée de volume et douloureuse, et il est facile par la palpation de rapporter ce phénomène à une hypertrophie du corps thyroïde. Une intéressante expérience de Hallion que nous avons déjà citée permet de comprendre l'accroissement pubéral et menstruel de cette glande : cet auteur, en effet, a montré que l'injection d'extrait d'ovaire produit une vaso-dilatation thyroïdienne.

D'après Cecca (1904), la castration ovarienne provoquerait la dilatation des follicules thyroïdiens et leur gonflement par la matière colloïde; le phénomène observé serait analogue à celui qui est consécutif chez le mâle à l'ablation testiculaire. Parhon et Golstein ont répété chez le chien et le chat les expériences de Cecca et n'ont pas régulièrement obtenu les résultats décrits par cet auteur : chez leurs femelles castrées, les follicules thyroïdiens étaient tantôt plus développés, tantôt moins développés que normalement.

Influence du corps thyroïde sur le fonctionnement de l'ovaire. — L'observation clinique a depuis longtemps montré que les jeunes filles atteintes de myxœdème ou de crétinisme conservent souvent un aspect infantile : leur taille est petite, leurs seins et le bassin sont peu développés, l'instinct génital n'existe pas.

Fr. Hofmeister a étudié les ovaires chez des femelles d'animaux thyroïdectomisées et a constaté, en général, une atrophie marquée des follicules de de Graaf.

Otto Lanz a observé une jeune fille thyroïdectomisée dans ses premières années et qui avait conservé l'aspect infantile. Sous l'influence d'injections d'extrait thyroïdien, les règles, jusqu'alors absentes, se sont manifestées. — O. Lanz a enlevé le corps thyroïde à des poules ; les œufs pondus par celles-ci étaient plus petits et moins nombreux que chez les animaux non thyroïdectomisés. Cet auteur a, en outre, injecté de l'extrait de thyroïde à une poule normale : elle a pondu trois fois plus d'œufs que les témoins. Des expériences de Ceni (1904) faites sur le même animal ont confirmé ces derniers résultats de Otto Lanz.

A. Gautier (1900) a signalé un fait plein d'intérêt au point de vue du mécanisme chimique des corrélations fonctionnelles unissant le corps thyroïde à l'appareil génital. Cet éminent chimiste a découvert une notable proportion d'arsenic dans le sang menstruel. Or, on sait que le corps thyroïde est riche en ce métalloïde et que la thyroïdectomie entraîne l'aménorrhée. Il est donc légitime de supposer que la glande agit sur la menstruation par l'intermédiaire de l'arsenic qu'elle contient.

c) Corrélations fonctionnelles entre la glande mammaire et le corps thyroïde. — Hertoghe (1900) a injecté des préparations thyroïdiennes chez une chienne en lactation et a trouvé que le lait était sécrété en plus grande abondance. — Moussu, en 1903, a observé

une chèvre thyroïdectomisée chez laquelle la lactation était très défectueuse, résultat qui est en accord avec les expériences de Hertoghe. — Richon et Jeandelize (1904, 1907), au contraire, ont constaté chez quatre lapines thyroïdectomisées une sécrétion lactée plus abondante et plus prolongée que normalement. — Le petit nombre d'observations publiées sur cette question et la divergence des résultats ne permettent donc pas encore d'avoir une opinion absolument ferme sur la nature des corrélations fonctionnelles existant entre la mamelle et le corps thyroïde.

2. Actions synergiques et actions antagonistes. — *a*) *Actions synergiques.* — On sait que le corps thyroïde, les testicules et les ovaires sont rangés tous les trois dans le groupe des organes qui font baisser la pression artérielle. On peut donc dire, à ne considérer que la résultante (hypotension) de leur action cardio-vasculaire, que ces glandes agissent synergiquement sur l'appareil circulatoire. En réalité, ce sera là une affirmation gratuite, tant qu'on n'aura pas prouvé que les glandes génitales *in situ* interviennent effectivement dans la régulation de la pression artérielle. — Il est implicitement convenu que cette dernière remarque s'applique également aux synergies ou antagonismes d'action cardio-vasculaire que nous aurons à signaler entre les glandes génitales et l'hypophyse, le thymus et les capsules surrénales.

b) *Actions antagonistes.* — L'action antagoniste des glandes génitales et du corps thyroïde se mani-

feste d'une manière particulièrement nette sur le développement du système osseux et sur la croissance.

Fr. Hofmeister, en 1892, confirmé par de nombreux auteurs, a constaté expérimentalement que la thyroïdectomie pratiquée chez les jeunes empêche la croissance normale du tissu osseux. Les observations cliniques concordent avec les données de l'expérimentation : Bourneville (1895), Hertoghe (1985), Kassowich ont noté l'arrêt de développement chez les enfants myxœdémateux, la fermeture tardive des fontanelles, le retard de l'éruption des dents. On sait que la castration ou l'insuffisance testiculaire produisent des effets tout opposés (observations cliniques de Ecker, 1864; Pelikan, 1876, etc., et expériences de Poncet, 1877). Il y a donc lieu d'admettre que, normalement, le corps thyroïde accélère la croissance et que le testicule l'inhibe.

En ce qui concerne l'ovaire, la question d'un antagonisme thyro-ovarien sur le développement du squelette ne peut pas momentanément être posée, en raison des résultats contradictoires observés relativement à la croissance après l'ovariotomie.

Il serait peut-être plus légitime, quoique encore très hasardeux, de parler d'un antagonisme entre l'ovaire et le corps thyroïde au point de vue de la fixation du calcium. Quelques observations, contestées d'ailleurs, tendent à faire admettre que l'ovaire accélère l'élimination calcique (Curatulo et Tarulli). Le corps thyroïde, d'après les recherches de Moraczewski (1901), Haushalter (1902), Parhon et Urechie (1908), et surtout de Mac Callum et Voegtlin (1909) favoriserait, au contraire, la rétention du calcium.

Une remarque générale s'impose maintenant au sujet de certains faits susceptibles de s'interpréter comme des synergies ou des antagonismes d'action. Nous avons implicitement admis dans cet exposé, par exemple au point de vue de l'action respective du corps thyroïde et du testicule sur la croissance, qu'il y a neutralisation des effets de la sécrétion interne d'une glande par la sécrétion interne de l'autre, au niveau du tissu osseux. Il ne faut pas, néanmoins, perdre de vue que c'est là une simple conception : il n'est pas inadmissible, en effet, que le testicule et le corps thyroïde exercent leur antagonisme réciproque non pas au niveau des tissus, mais au niveau même de ces deux glandes, c'est-à-dire que l'une inhibe le fonctionnement de l'autre. Dans ce cas, les faits décrits dans la catégorie des actions antagonistes rentreraient dans celle des corrélations fonctionnelles. — La remarque précédente sera également valable pour des faits de synergie ou d'antagonisme d'action que nous décrirons ultérieurement entre les glandes génitales, l'hypophyse et le thymus.

II. — Rapports physiologiques entre les glandes génitales et l'hypophyse.

Nous avons encore ici à considérer des faits dont les uns doivent être rapportés à des corrélations fonctionnelles et dont les autres sont peut-être des synergies ou antagonismes d'action.

1. Corrélations fonctionnelles. — Il y a lieu de considérer l'influence des glandes génitales sur le fonctionnement de l'hypophyse et de l'hypophyse sur le fonctionnement des glandes génitales.

A vrai dire, tous les faits qui suivront ne prouvent pas *directement* une influence du testicule et de l'ovaire, d'une part, et de l'hypophyse, d'autre part, sur leur activité réciproque : Ils montrent surtout que ces glandes agissent sur leur degré réciproque de développement. Mais si l'on songe que le développement dépend en grande partie de l'intensité de la fonction, on comprendra qu'il est légitime d'envisager les faits observés comme le résultat de corrélations fonctionnelles.

a) Corrélations fonctionnelles entre le testicule et l'hypophyse. — Nous examinerons successivement l'influence du testicule sur le corps pituitaire et celle du corps pituitaire sur le testicule.

Influence du testicule sur le fonctionnement du corps pituitaire. — Fichera (1905) a étudié l'hypophyse de 50 coqs et de 50 chapons, de 5 taureaux et de 5 bœufs, de 5 buffles entiers et de 5 buffles châtrés. Alors que le poids de l'encéphale est à peu près le même chez les animaux privés de testicule et chez les entiers, le poids de l'hypophyse varie du simple au double en faveur des châtrés.

Examinées au microscope, les hypophyses des animaux châtrés ont une irrigation sanguine plus riche. Les cellules sont plus grandes que normalement, leur noyau est vésiculeux et le cytoplasma parsemé de substance éosinophile. Parhon et Golstein ont étudié l'hypophyse chez 17 chiens castrés et retrouvé cette abondance considérable de la matière éosinophile.

Fichera a injecté à des chapons adultes, castrés depuis leur jeune âge, de l'extrait testiculaire de coq; les injections étaient faites à jour alterné pendant cinq jours au maximum. Dans ces conditions, la structure de l'hypophyse est devenue celle de l'animal entier. A la cessation des injections, l'hypophyse du chapon a repris son aspect histologique caractéristique.

Influence du corps pituitaire sur le fonctionnement du testicule. — Parhon et Golstein ont injecté à un chien de la macération glycérinée d'hypophyse et auraient provoqué ainsi des lésions considérables du testicule. Hallion et Alquier n'ont pas obtenu ce résultat chez des lapins qui ont reçu pendant longtemps et par ingestion de l'extrait sec d'hypophyse de bœuf.

Certains faits cliniques tendent, néanmoins, à faire admettre la réalité d'une influence de l'hypophyse sur le testicule. Pierre Marie, en 1886, a décrit sous le nom d'acromégalie une dystrophie non congénitale caractérisée par le développement exagéré des extrémités supérieures, inférieures et céphalique, et il a attribué cet état particulier à une hypertrophie du corps pituitaire. En 1895, Brissaud et Meige ont montré la parenté qui existe entre l'acromégalie et le gigantisme : pour ces auteurs, « le gigantisme est l'acromégalie de la période de croissance proprement dite, l'acromégalie est le gigantisme de la période de croissance achevée ». Enfin, en 1900, Woods Hutchinson a soutenu que dans ces deux dystrophies on trouve un développement exagéré de la glande pituitaire. Mais le fait intéressant à notre point de vue

particulier est que l'hypertrophie hypophysaire coïncide assez fréquemment avec une atrophie testiculaire. On est donc fondé à admettre que l'hyperfonctionnement de l'hypophyse provoque la régression du testicule. Comme cette dernière glande est modératrice de la croissance, on conçoit que l'abolition de son activité puisse s'ajouter à l'influence propre du corps pituitaire pour provoquer le gigantisme et peut-être l'acromégalie.

b) *Corrélations fonctionnelles entre l'ovaire et l'hypophyse.* — D'après Fichera, l'ovariotomie provoque une hypertrophie de l'hypophyse chez la lapine et la femelle de cobaye.

Parhon et Golstein ont pratiqué la castration chez 1 chienne et 3 chattes; ces animaux présentaient des modifications structurales de la glande pituitaire analogues à celles qui sont consécutives à l'ablation des testicules.

2. Actions synergiques et antagonistes. — D'après les faits précédemment exposés, on est autorisé à admettre une action antagoniste, s'exerçant particulièrement au niveau du tissu osseux, entre les sécrétions internes du testicule et de l'hypophyse. Il ne faut pas, néanmoins, perdre de vue que l'influence contraire des deux glandes sur la croissance pourrait relever d'un autre mécanisme : il n'est pas impossible, en effet, que le testicule et le corps pituitaire modèrent réciproquement leur *fonctionnement,* c'est-à-dire que l'un de ces organes ralentisse dans l'autre l'élaboration de la substance à action spécifique sur l'ostéo-

génèse, sans qu'il y ait, à proprement parler, antagonisme de sécrétions internes hypophysaire et testiculaire au niveau du tissu osseux.

Depuis les recherches de Oliver et Schafer (1895), on sait qu'on obtient avec l'extrait de corps pituitaire — et principalement avec l'extrait de lobe postérieur (Howell, 1898) — une vaso-constriction générale (sauf au niveau du rein) et une élévation de la pression artérielle. C'est là, on le voit, une action inverse de celle des extraits hypotenseurs testiculaire et ovarien.

III. — Rapports physiologiques entre les glandes génitales et le thymus.

1. Corrélations fonctionnelles. — Ici encore, comme dans le paragraphe précédent, c'est d'après l'influence réciproque exercée par les testicules et les ovaires, d'une part, et le thymus, d'autre part, sur leur développement respectif que nous jugeons des corrélations fonctionnelles qui unissent ces divers organes.

a) *Corrélations fonctionnelles entre le testicule et le thymus.* — Calzolari, en 1898, a eu le premier l'idée de corrélations fonctionnelles possibles entre les testicule et le thymus. Ses recherches ont été inspirées par cette constatation qu'à la puberté le thymus diminue de poids et que les testicules commencent à se développer. Calzolari a châtré des lapins et, au bout

de trois mois et demi, il a comparé le poids et la longueur de leur thymus à celui d'animaux témoins. Si on fait la moyenne de ses chiffres, on obtient les résultats suivants :

Désignation des animaux.	Longueur du thymus.	Poids du thymus.
Castrés.	5 cent. 1	2 gr. 7
Entiers.	3 cent. 45	1 gr. 63

Le thymus est donc plus volumineux chez les animaux castrés et ce fait semble indiquer que normalement la glande génitale exerce une influence empêchante sur le développement thymique.

Henderson, en 1904, a confirmé les résultats de Calzolari. Il a examiné à l'abattoir d'Édimbourg les thymus des bœufs et taureaux sacrifiés. Alors que la moyenne du poids de la glande est de 622 gr. 95 chez les animaux castrés, elle est seulement de 295 gr. 85 chez les animaux entiers. On pourrait objecter que les taureaux sont moins grands que les bœufs et que les chiffres donnés plus haut ne sauraient avoir de signification qu'autant qu'on compare des animaux de même corpulence. L'auteur a évalué, pour éliminer cette objection, le poids du thymus chez le bœuf et le taureau par rapport à un même poids d'animal et il a obtenu une valeur égale à 127,31 pour le bœuf et 52,42 pour le taureau.

Noel Paton et Goodall, en 1904, ont étudié l'évolution du thymus chez le cobaye et ont constaté que l'organe commence à régresser précisément quand l'animal devient capable de se reproduire.

A. Goodall, en 1905, a examiné microscopiquement les modifications histologiques du thymus chez le cobaye entier et chez le cobaye castré, à mesure qu'ils avancent en âge. Le thymus, à la naissance, est constitué par des lobules de tissu adénoïde renfermant des îlots épithéliaux. Ceux-ci sont, pendant la croissance et chez les animaux entiers, envahis par des leucocytes polynucléaires et ils tendent à dégénérer pour donner naissance aux corpuscules de Hassal. Chez les animaux castrés, les îlots épithéliaux persistent sans dégénérer.

Ugo Soli, en 1907, a confirmé chez le lapin et le coq les résultats de Calzolari : chez tous les animaux castrés, le thymus avait un poids presque double du poids normal.

Noel Paton, en 1904, a prétendu que l'ablation du thymus provoque un développement plus considérable du testicule chez le lapin; Ugo Soli, chez le lapin et le coq, a observé, au contraire, après l'ablation du thymus, de l'atrophie testiculaire.

b) Corrélations fonctionnelles entre les ovaires et le thymus. — Schedel et Flemming avaient remarqué que le thymus s'atrophie à mesure que l'ovaire se développe. Ce fait inspira, en 1898, à Calzolari l'idée de pratiquer l'ovariotomie chez des lapines jeunes et de voir ce que devenait leur thymus. Chez les femelles castrées, cet organe persiste beaucoup plus longtemps que chez les lapines ordinaires.

Henderson, en 1904, constata à l'examen de pièces provenant de l'abattoir d'Édimbourg que le thymus était plus atrophié chez des vaches ayant servi à la reproduction que chez les nullipares.

V. Soli, en 1907, a fourni la preuve décisive de relations existant entre le développement du thymus et la présence de l'ovaire. Chez diverses femelles castrées, il a vu le thymus acquérir un poids beaucoup plus grand que chez les femelles ordinaires. — La glande génitale inhiberait donc, dans une certaine mesure, le développement thymique.

Le thymus, au contraire, paraît influencer favorablement l'évolution de l'ovaire. Valtorta (1909) a thymectonisé de jeunes lapines; il a constaté que la glande génitale demeurait petite et que l'épithélium germinatif était considérablement altéré. L'injection d'extrait de thymus à la femelle thymectomisée atténue la gravité des lésions ovariennes.

2. Actions synergiques et antagonistes. — Karl Svehla, en 1895, en injectant chez des chiens de l'extrait aqueux à 10 p. 100 de thymus d'homme, de veau, de porc, d'agneau, de chien, a observé une chute de la pression artérielle. On sait que le même effet est obtenu avec l'extrait de testicule et l'extrait d'ovaire.

Tarulli et Lo Monaco, en 1877, confirmés par Basch (1902-1905), Cozzolino (1903), Sommer et Flœrcken (1908), U. Soli (1909), ont constaté que l'extirpation du thymus chez les animaux jeunes ralentit la croissance et en particulier celle du tissu osseux. La glande exercerait donc normalement une action favorisante sur le développement et serait, à cet égard, antagoniste du testicule.

Nous avons vu que certains auteurs attribuent à l'ovaire une influence accélératrice de l'excrétion du calcium. Le thymus, d'après Basch (1896), aurait

une action inverse : l'élimination calcique serait moins intense chez les femelles pourvues d'ovaires que chez les femelles castrées. Ce fait a été nié par Sinnhuber (1904) qui n'a pas constaté de modifications dans le métabolisme du calcium avant et après l'ovariotomie.

IV. — Rapports physiologiques entre les glandes génitales et les capsules surrénales.

Les seuls travaux publiés sur le question des corrélations fonctionnelles entre les glandes génitales et les capsules surrénales sont ceux de Marrassini (1906) et de Valtorta (1909). Les chats castrés à l'âge adulte ont, d'après Marrassini confirmé par Valtorta, des capsules surrénales plus volumineuses que les chats normaux.

En ce qui concerne les actions antagonistes ou synergiques des glandes génitales et des capsules surrénales, il est évident qu'on pourrait opposer l'action hypotensive des extraits d'ovaire et de testicule à l'action hypertensive considérable de l'extrait surrénal. — Nous avons dit ailleurs combien il serait téméraire de considérer cet antagonisme comme existant normalement.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

AIMÉ (P.). 1. *Arch. de zool. exp et gén.*, VII, 1907, 95-143.

— 2. et CHAMPY (CHR.). *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LXVII, 1909, 181-182.

AKUTSU SABURO. *Arch. für die ges. Physiol.*, XCVI, 1903, 555-571 et 541-554.

ALTMAN. *Du Bois, Arch. für Physiol.*, 1889, 524.

ANCEL (P.) 1. et BOUIN (P.). Tractus génital et testicule chez le porc cryptorchide. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LVI, 1904, 281-282.

— 2. 2. La glande interstitielle chez le vieillard, les animaux âgés et les infantiles expérimentaux. *Id.*, LVI, 1904, 282-284.

— 3. 3. Sur la fonction du corps jaune (4 notes). *Id.*, LXVI, 1909, 454-505 et 605-689.

— 4. 4. Sur les homologies et la signification des glandes à sécrétion interne de l'ovaire (2e note), *Id.*, LXVII, 1909, 497.

— 5. et VILLEMIN (F.). Sur l'ectopie expérimentale de l'ovaire et son retentissement sur le tractus génital. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LXIII, 1907, 227. — *Id.*, sur la cause de la menstruation chez la femme, 200.

ANZILOTTI (G.). *Annali di Ostetricia e Ginecologia*, 1909, 1-51.

ARISTOTE. *Histoire des animaux*, traduction de Camus, Paris, 1783, I, 313; *Id.*, VI et VII.

ASCOLI (A.). *Zeitschrift für physiol. Chemie*, XXXVI, 1902, 498.

ASHER (L.) et WOOD (C.). *Zeitsch. für Biol.*, XXXVII, 1899, 307-319.

BAR. *Soc. d'Obstétrique de Paris*, 17 janv. 1907. — *Presse médicale*, n° 7, 1907.

BARRY. *Philos. Transact.*, 1840, 532-536.

BASCH. *Jahrbuch für Kinderheilkunde*, LXIV, 1906, heft 2.

BATAILLON (E.). *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, CXXXI, 1900, 115; *Id.*, CXXXVII, 1903, 79.

BAUMERT et FALKE. *Zeitschrift für Untersuch. der Nahrungs. u. Genussmittel.*, 1898, 665.

BELLOY (G.). *Association des Anatomistes*, 1re session, Paris, 1899.

BERGONIÉ (J.) 1. et TRIBONDEAU (L.) 1. L'action des rayons X sur le testicule du rat blanc. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LVIII, 1905, 154.

— 2. 2. L'aspermatogénèse expérimentale après une seule exposition aux rayons X, *Id.*, LVIII, 1905, 282.

— 3. 3. L'aspermatogénèse expérimentale complète obtenue par les rayons X est-elle définitive? *Id.*, LVIII, 1905, 678.

— 4. 4. et RÉCAMIER (D.). Action des rayons X sur l'ovaire de la lapine. *Id.*, LVIII, 1905, 284.

— 5. 5. Action des rayons X sur le testicule. *Archives d'électricité médicale de Bordeaux*, XIV, 1906, 911-927.

BERNARD (Cl.). *Leçons de physiologie expérimentale*, 1855, 191. *Revue des Deux-Mondes*, 15 décembre 1867, 274.

BERT (P.). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, XCVIII, 1884, 775.

BERZÉLIUS. *Traité de chimie*, trad. française, VII, 1883, 557.

BESTION DE CAMBOULAS. Le suc ovarien. Effets physiologiques et thérapeutiques. Organothérapie ovarienne. *Thèse de Bordeaux*, 1898.

BISCHOFF. *Entwicklungsgeschichte des Kanincheneies Hundeier*, etc., Berlin, 1842. *Traité du développement de l'homme et des mammifères*, Paris, 1843 8-24. *Annales des Sciences naturelles*, II, 1844, 240.

BORN. *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1874. — Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung der Geschlechtsunterschiede, *Breslauer artzlichen Zeit.*, n° 3, 1881.

BOSSI. *Nouvelles archives d'obstétrique et de gynécologie*, VI, 1891, 161-176.

Bouin (P.). 1. Figures karyokinétiques des cellules du corps jaune du cobaye. Note préliminaire. *Bibl. anat.*, VII, 1899, 296-300.

2. et Ancel (P.). 1. Recherches sur la signification physiologique de la glande interstitielle du testicule des mammifères. *Journal de physiologie et de pathologie générale*, 1904, 1012-1022 et 1039-1049.

— 3. 2. Action de l'extrait de glande interstitielle du testicule sur le développement du squelette et des organes génitaux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, CXLII, 1906, 232-234 et 298-299.

— 4. 3. Sur l'effet des injections d'extrait de glande interstitielle du testicule sur la croissance. *Id.*, CXLII, 1906, 298-299.

— 5. 4. Sur les homologies et la signification des glandes à sécrétion interne de l'ovaire (Première note). *Comptes rendus de la Société de Biologie*, LXVII, 1909, 464.

— 6. 5. Le développement de la glande mammaire pendant la gestation est déterminé par le corps jaune. *Id.*, LXVII, 1909, 467.

Boussingault et Dumas. cités d'après Colas. *Traité de physiologie comparée des animaux*, II, 1873, 892.

Boveri (Th.). *Arch. Entwicklm.*, II, 1895, 3.

Brasil (L.). *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, CXL, 1905, 597-599.

Briau. *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie*, VI, 1901, 769-770.

Brierre de Boismont. *De la menstruation dans ses rapports physiologiques et pathologiques*, Paris, 1842, 164.

Brissaud et Meige. 1. *Journal de Médecine et de Chirurgie pratiques*, 25 janv. 1895.

2. *Archives générales de Médecine*, oct. 1902, 410.

Brown (Tilden). *American journal of Surgery*, 1905, 502.

Brown-Séquard. 1. Recherches sur la transmission des impressions dans la moelle épinière. *Arch. de Physiol. norm. et path.*, VI, 1863, 125 et 611.

— 2. Des effets produits chez l'homme par des injections sous-cutanées d'un liquide retiré des testicules frais de cobaye et de chien. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 1889, 415, 420, 430.

— 3. *The Lancet*, London, 1889, II, 105-107.

— 4. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, CX, 1889.

BROWN-SÉQUARD. 5. Remarques sur les effets produits sur la femme par des injections sous-cutanées d'un liquide retiré d'ovaires d'animaux. *Arch. de physiol. norm. et pathol.*, XXI, 1990, 456.

— 6. Effets physiologiques d'un liquide extrait des glandes surrénales et surtout des testicules. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, CXIII, 1892, 23 mai.

7. et D'ARSONVAL. 1. Expérience démontrant la puissance dynamogénique, chez l'homme, d'un liquide extrait de testicules d'animaux. *Arch. de physiol. norm. et path.*, 1889, 651-658.

— 8. 2. Influence physiologique et thérapeutique du liquide orchitique sur l'organisme animal. *Id.*, 1893, 539-549.

BRUGNONE. *Mémoire de l'Acad. des Sciences de Turin*, 1780.

BUBNOFF (N.) et HAÏDENHAIN (R.). *Archiv. für die ges. Physiol.*, XXVI, 1881, 137.

BUDGE. *Virchow's Archiv*, XV, 1858, 115.

BUFFON. *Histoire naturelle générale et particulière*, Paris, 1770.

BURDACH. *Traité de physiol.*, traduction de Jourdan, I, 288.

BUREAU (L.). *Bulletin de la Société zoologique de France*, IV, 1879.

BUSQUET (H.). 1. Existence chez la grenouille d'un centre, médullaire *permanent* présidant à la copulation. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.* mai 1910.

— 2. Indépendance fonctionnelle du centre médullaire de la copulation vis-à-vis du testicule chez la grenouille. Influence inhibitrice exercée par le cervelet sur le centre médullaire de la copulation chez la grenouille. *Id.*, mai 1910.

3. et PACHON (V.). 1. Sur l'action vaso-constrictive de la choline. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LXVII, 1909, 218-231.

— 4. 2. Addition d'effets hypertenseurs de choline et d'adrénaline. *Id.*, LXVII, 1909, 277-280.

— 5. 3. Choline et glandes hypotensives. *Id.*, LXVIII, 1910, 156-159.

— 6. 4. Choline et ovaire. Persistance de l'effet hypotenseur ovarien chez l'animal atropinisé. *Id.*, LXVIII, 1910, 223.

BUYS (E.) 1. et VAN-DERWELDE. 1. *Arch. ital. de Biol.*, Turin, XXI, 1894, 20-30.
— 2. 2. *Policlin.*, Roma, 1893-1894, 99-104.
CADIOT (J.-P.). *Bulletin de la Soc. centrale de médecine vétérinaire*, 1888.
— 2. Cité par Bouin et Ancel, In *Journal de Physiol. et de Pathol. générale*, 1904, 1012-1022.
CALLIBURCÈS. *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 1857.
CALLUM (MAC et VOEGTLIN (C.). *Journ. of experim. medecin*, XI, 1909, 118-151.
CALZOLARI. *Arch. ital. de Biol.*, XXX, 1898, 71.
CAMUS (L.) et GLEY (E.). 1. Action coagulante du liquide prostatique sur le contenu des vésicules séminales. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 1896, 787.
— 2. 2. Notes sur quelques faits relatifs à l'enzyme prostatique (vésiculase) et sur la fonction des glandes vésiculaires. *Id.*, 1897, 787.
— 3. 3. Action coagulante du liquide de la prostate externe du hérisson sur le contenu des vésicules séminales. *Id.*, 1899, 462.
— 4. 4. Présence d'une substance agglutinante dans le liquide de la prostate externe du hérisson. *Id.*, I, 1899, 725.
— 5. 5. Action du liquide prostatique du myopotame sur le produit de la sécrétion de vésicules séminales. *Id.*, LII, 1900, 1100.
— 6. 6. Sur la toxicité de la sécrétion prostatique du hérisson. *Id.*, LXIII, 1907, 204-206.
CARBONE. *Giornale di Acad. med. di Torino*, 1897, 561.
CARMICHAEL (E. S.) 1. et MARSHALL (A.). 1. *Proceedings of the Royal Society*, LXXIX, 1907, 377-394.
— 2. *Journ. of Physiol.*, XXXVI, 1908, 431-434.
CASPARI 1. *Archiv für Physiol.*, 1899 (suppl.), 267.
et WINTERNITZ. 2. *Zeistch. für Biol.*, II, 1907, 558.
CAULLERY (M.) et SIEDLECKI (M.). *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, CXXXVII, 1903, 496.
CECCA. *Société médico-chirurgicale de Bologne*, in *Presse médicale*, 23 mai 1904, n° 43.
CENI. *Rivista sperimentale di Freniatria*, etc., 1904, 608.
CHARRIN et JARDRY. *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, CXLIII, 1906, 1442-1444.

Chidichimo (E.). *Arch. ital. de Biol.*, XLII, 323-335, 1904. — *Archivio italiano Ginocologia*, VII, 1904, n° 1.

Chrobak. *Centralbl. für Gynæk.*, 1895, 521.

Cicéron. *De finibus bonorum et malorum*, lib. II, cap. IV.

Claypon (Lane) et Starling. *Proceedings of the Royal Society*, LXXVII, 1905, 505.

Clung (C.-E. Mc). *Biological Bulletin*, IV, 1902.

Cluzet (J.) et Bassal (L.). 1. Résultats éloignés de l'action des rayons X sur les mamelles. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LXVI, 1909, 568.

— et Soulié (A.). 2. De l'action des rayons X sur l'évolution de la glande mammaire du cobaye pendant la grossesse. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LXII, 1907, 145.

Cohn (Fr.). *Arch. mik. Anat.*, LXII, 1903, 745-772.

Cohnstein (J.) et Zuntz (N.). *Archiv für die ges. Physiol.*, XLII, 1888, 342.

Colin (G.). *Traité de physiologie comparée de l'homme et des animaux*, J.-B. Baillière, Paris, II, 1873, 779 et 886.

Copriati (Vito). *Annali di Neurologia*, 1892, 2-32.

Cornevin (Ch.). *Traité de Zootechnie générale*, Paris, 1891, 217.

Cornil. *Bulletin de la Société Anatomique*, 1899, 653.

Coste 1. *Histoire générale et particulière du développement des corps organisés*, Paris, 1847, I, 148, 165, 206, 220, 226.

— 2. *Id.*, II, 70.

— et Gerbe. In Coste : *Histoire générale et particulière du développement des corps organisés*. Paris, 1859, II, 84.

Cyon (E. de). *Archiv für die ges. Physiol.*, 1874, VIII, 349.

Daddi (L.). *Arch. ital. de Biol.*, 1896, XXVI, 143-146.

Dahnardt. *Archiv für die ges. Physiol.*, III, 1870, 586.

Dale (H.) 1. *The Journ. of Physiol.*, XXXIV, 1906, 1896.

2. et Dixon (W.-E.). *The journ. of Physiol.*, XXXIX, 1909, 25-44,

Darwin (Ch.). 1. *Zoonomie*, Gand, II, 1812, 50.

— 2. *De la variation des animaux et des plantes à l'état domestique*, trad. française, Paris, 879, 494.

— 3. *La descendance de l'homme et la sélection sexuelle*, traduct. de Ed. Barbier, Schleicher, Paris, 1907.

Dastre (A.). *Annales des Sciences naturelles*, Zoologie, 1876, 116.

DELAGE (Yves). 1. Sur la fécondation mérogonique et ses résultats. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, CXXIX, 1899, 645.

— 2. Sur la maturation cytoplasmatique et sur le déterminisme de la parthénogénèse expérimentale. *Id.*, CXXXIII, 1901, 346.

— 3. L'acide carbonique comme agent de choix de la parthénogénèse expérimentale chez le Astéries. *Id.*, CXXXV, 1902, 570.

— 4. Élevage des larves parthénogénétiques d'Astéries dues à l'action de CO^2. *Id.*, CXXXVII, 1903, 449.

— 5. La parthénogénèse par CO^2 obtenue chez les œufs après l'émission des globules polaires. *Id.*, CXXXVII, 1903, 473.

— 6. Influence de quelques facteurs sur la parthénogénèse expérimentale. *Id.*, CXLI, 1905, 1201-1204.

— 7. Le sexe chez les oursins issus de parthénogénèse expérimentale. *Id.*, CXLVIII, 909, 453,

8. et DELAGE (MARCEL). 1. Sur les relations entre la constitution chimique des produits sexuels et celle des solutions capables de déterminer la parthénogénèse. *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, CXXI, 1900, 1227.

DELAMOTTE. *Revue vétérinaire de Toulouse*, 1889, 223, 378, 431, 482, 533.

DICKEL (F.). *Archiv für die ges. Physiol.*, XCV, 1903,, 66.

DIONIS. *Traité général des accouchements*, Paris, 1718.

DIXON (WALTER E.) 1. A note on the physiological action of Poehl's Spermine, *The Journ. of physiol.*, XXV, 1899-1900, 356-363.

— 2. The composition and action of orchitic extracts. *Id.*, XXVI, 1900-1901, 244-276.

et HALLIBURTON (W. D.) 2. The pineal body. *Quarterly journal of experimental physiology*, II, 1909, 283-285.

DOR et MAISONNAVE (S.) et MONZIOLS (R.). *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LIX, 1905, 673-674.

DORAN (Alban). *British medical Journ.*, 1902, 1768.

DUVAL (Mathias). *Annales de gynécologie et d'obstétrique*, XLII, 1895, 113-157.

DREVET. *Thèse* Paris, 1907.

DUBREUIL (G.) et REGAUD (CL.). *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LXVI, 1909, 139-141.

DZIERZON. Cité d'après J. Lowe (voir Lowe).

Eckhard. *Beitrage zur Anat. und Physiol.*, Giessen, I, 1855, 18, *Id.*, III, 1863, 125.

Eckhardt. *Centralbl. für Gynœk.*, 1896, nº 30.

Fedoroff. 2. *Schournall Akonschertiva chenskich bolesnej*, 1897, cité d'après Patta (voir Patta).

— 2. *Soc. des médecins russes de la Faculté de Varsovie*, 24 mai, in Wratch, 1897, 793.

Fehling. *Arch. für Gynæk.*, XII, 1877, 523.

Félizet (G.) et Branca (A.) 1. *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, XXXIV, nº 5, 1898.

— 2. 2. *Id.*, XXXVIII, 1902, 329-442.

Fellner (O.). *Centralbl. für Physiol.*, XXIII, 1909, 347-349.

Fichera (G.) *Arch. ital. de Biol.*, XLIII, 1905, 405-426.

Fick (L.). *Müller's Archiv*, 1855, 473.

Fleig (C.). *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LXVII, 1909, 162.

Foa (C.). 1. La greffe des ovaires en relation avec quelques questions de biologie générale. *Arch. ital. de Biol.*, 1900, 43-73,

— 2. Transplantation des testicules. *Id.*, XXXV. 1901, 337-348.

— 3. Sur la greffe des ovaires. *Id.*, XXXV, 1901, 364-372.

— 4. Sull' origine del lattoso del latte. *Archivio di Fisiologia*, V, 1908, 533-536.

— 5. Sui fattori che determinano l'accrescimento e la funzione della ghiandola mammaria. *Id.*, V, 1908, 520.

Foges (A.). 1. Zur Lehre von den secundären Geschlechstcharacteren. *Zeitschr. für Biol.*, XCIII, 1902, 39-58.

— 2. Zur physiologischen Beziehung zwischen Mamma und Genitalien. *Centralbl. für Physiol.*, XIX, 1905, 233-234.

Formanek (E.). *Arch. intern. de Pharmacod. et Thérapie*, X, 1902, 177-186.

Fraenkel. *Archiv für Gynæk.*, LXVIII, 1903, 430. — LXXV, 1905.

Franck (Fr.). *Arch. de physiologie normale et pathologique*, VII, 1895, 122, 153.

Fredericq (L.). *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 1903, 1277.

Frieben. *Medic. Wochensch.*, München, I, 1903, 2295.

Gardner (W. Alled). *The Boston med. and surgical Journal*, CXXXIV, 1896.

GAUTIER (A.). *Comptes rendus de l'Acad. de Médecine*, 1900, 190-202.

GENDRIN. *Traité philosophique de médecine pratique*, Paris, 1839, 28.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE (E.). *Cours sur l'histoire naturelle des mammifères*, Paris, 1829.

GIARD (A.). 1. La castration parasitaire. *Bulletin scientifique du Nord de la France*, 2e série, Xe année, 1887, 1-28.

— 2. *Id.*, 3e série, XIX, 1er volume, 1888, 12-45.

— 3. *Exposé des titres et travaux scientifiques*, Paris, 1896, 181 et 234.

— 4. Sur le développement parthénogénétique de la microgamète des métazoaires, *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 2e série, I, 1899, 857.

— 5. Pour l'histoire de la mérogonie. *Id.*, LIII, 1901, 875.

— 6. Comment la castration agit-elle sur les caractères sexuels secondaires? *Id.*, 1904, 4.

— 7. Sur la parthénogénèse artificielle par dessèchement physique. *Id.*, LVI, 1904, 594-596.

GIROU DE BUZAREINGUES. *De la génération*, in-8o, Paris, 1828, 133 et suivantes.

GLEY (E.). 1. *Etudes de Psychologie physiologique et pathologique*, Paris, F. Alcan, 1903.

et DUVAL (M.). 2. *Traité élémentaire de Physiologie*, 2e partie, 1906, 687; 3e partie, 1909, 1143.

GLŒVECKE. *Archiv für Gynæk.*, XXXV, 1889.

GODARD (E.). 1. Etude sur l'absence congénitale du testicule, *Thèse*, Paris, 1858.

— 2. Observations médicales et scientifiques, *Egypte et Palestine*, Paris, 1862.

— 3. Cité par Longet in *Traité de Physiologie*, III, 1873, 733.

GOGITIDSE (S.). *Zeitschr. für Biol.*, XLV, 1904, 353-371.

GOLDTHWAIT, PAINTER, OSGOOD et MAC-CRUDEN. *American Journ. of. Physiol.*, XIV, 1905, 402.

GOLTZ (Fr.). 1. *Beitrage zur Lehre von den Functionen der Nervencentren des Frosches*, Berlin, 1869.

— 2. Ueber das Centrum der Erectionsnerven (Vorl. Mitth.) *Archiv für die ges. Physiol.*, VII, 1873, 582.

et EWALD (J.-R. . 3. Der Hund mit Verkürstem Ruckenmark. *Id.*, LXIII, 385.

et Freusberg. 4. Ueber die Functionen des Lendenmarks des Hundes. *Id.*, VIII, 460 et IX, 174.

Goodall (A.). *The Journ. of Physiol.*, XXXII, 1908, 191-198.

Graaf (R. de). *De mulierum organis generationi inservientibus*, Leyde, 1672, 153.

— 2. *Opera omnia Lugduni Batavorum*, 1677, chap. XIV, 348.

Greeley (A.). *American Journ. of physiol.*, VI, 1902, 296-304.

Greve. *Meckel's Archiv*, VII, 52.

Grigorescu (G.). 1. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 1902, 411 et 550.

— 2. *Id.*, 634.

Grigorieff. *Centralbl. für Gynæk.*, XXI, 1889, 663.

Gross et Sencert. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 1905, 135.

— 2. 2. *Revue de Chirurgie*, 10 nov. 1905.

Gruber. *Untersuchungen und Erfahrungen im Gebiete der Anat. Phys. und Thierarznei Kunde*, Hannover, 1887, 1re livraison.

Halban. 1. Ovarium und Menstruation. *Sitzber. de Kaiz. Akad. d. Wiss.*, Wien, CX.

— 2. Die innere Sekretion von Ovarium und Plazenta und ihre Bedeutung für die Funktion der Milchdrüse. *Archiv f. Gynæk.*, LXXV, 1905.

Halberstœdter (L.). *Berliner klinische Wochenschrift*, XLII, 1905, 64.

Haller. *Elementa physiologiæ*, Berne, VII. 1765, 139, 145 et 146, VIII, 21, 36.

Halliburton (W. D.) Candler (J. P.) et Sikes (A. W.). *Quarterly Journ. of experiment. Physiol.*, II, 202-242.

Hallion (L.). *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LXIII, 1907, 40-42.

et Alquier. 2. *Id.*, LXV, 1908, 5-7.

Harms (W.). *Archiv für die g. Physiol.*, CXXVIII, 1909, 25-47.

Haushalter (P.) et Guérin. *Revue mensuelle des maladies de l'enfance*, Paris, XX, 1902, 211-215.

Heape (W.). 1. The menstruation of Semnopithecus intellus. *Philosophical Transactions*, CLXXXV, 1894.

— 2. The menstruation of monkeys and the human female. *Trans. obst. Soc.*, XL, 1898 et *British medical Journal*, 1898, 1016.

HEAPE (W.). 3. The sexual season of mammals and the relation of the Proœstrum to menstruation. *Journ. micr. Soc.*, XLIV, 1900.

HEDBOM (K.). *Skandinav. Arch. für Physiol.*, 1898, 147-222.

HENDERSON. *Journ. of Physiol.*, XXXI, 1904.

HENLE. *Anatomie générale*, Paris, II, 1843, 629.

HENNEGUY. *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1894, 1-39.

HENRIQUE et HANSEN. *Milchzeitung*, 1899, 690.

HERBST. *Biologisches Centralbl.*, XIII, 1893, 14.

HERLITZKA. *Arch. ital. de Biol.*, 1900, 106-110.

HERRICK. *Science, N. Y. and Lancaster*, XV, 1902, 531.

HERTOGHE (E.). 1. *Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique*, XI, 1897, 750-760.

— 2. *Untersuchungen und Arbeiten bearb. und ins Deutsche übertragen von Joh. Hugo Spiegelberg*, Munchen, Lehmann, 8°, 1900, 69 s.

HERTWIG (R.). *Verhandl. der deustch. Zool. Gesselsch.*, 1892, *Festschrift* für Gegenbauer, II, 1896, 23.

HILDEBRANDT. *Hofmeister's Beitrage*, V, 463.

HILLE. *Wochenschrift für die gesammte Heilkunde*, 1842.

HIPPOCRATE. *Lib. de genitura et Lib. de dieta*, Lugdunī Batavorum, I, 1665, 129 et 198.

HOFMEISTER (Fr.). 1. Zur Physiologie der Schilddrüse. *Fortschr. d. Med.*, Berlin, X, 1892, 81.

— 2. Experimentelle Unterschungen über die Folgen der Schilddrüsenverlustes. *Beitr. z. Klin. Chir.*, Tubing., XI, 1894, 441-523.

HOWELL. *American Journal of experim. medecine*, III, 1898, 245.

HUTCHINSON (Woods). *New-York medical Journal*, LXXII, 1900, nos 3 et 4.

IVANOV (I.). *Rousski Vratch*, 1903, 455.

JAPPELLI (G.). et MATOZZI SCAFA (G.) *Arch. ital. de Biol.*, XLV, 1906, 165-182.

JAYLE. *Presse médicale*, n° 38, 1896.

JENTZNER et BEUTTNER. *Zeitschr. für Geburts. u. Gyn.*, XLII, 1901, n° 1.

KAHLEIS. *Meckel's Archiv*, VIII, 434.

KAUFMANN et MAGNE. *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, CXLIII, 1906, 779.

KEBER. *De spermatozoorum introïtu in ovula*, Kœnigsberg, 1853, 88.

KEHRER. *Beitrag zur Klin. und exp. Geburt und Gynæk.*, Giessen, 1887, Roth, 8·, I-II, 3 Hft. : 36 M. 50. — *Arch. für Gynæk.*, LXXXI, 1906, 160.

KEMMERICH (E.). *Arch. f. d. ges. Physiol.*. II, 1869, 405.

KING (H. D.). *Biological Bulletin Wood's Holl*, XIII, 1907 et XVI, 1909.

G. KLEBS. *Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen*, Iéna, 1899, 218, 246, 321, 322, etc.

KLEINHAUS et SCHENK. *Zeitschrift für Geburtshilfe*, LXI, 1907, nº 2.

KNOPFELMACHER. *Jahrb. f. Kinderheilk.*, 1902, 791.

KOCH. *Journ. f. Landwird*, 1901, 16.

KOGAN. Influence de la castration sur la muqueuse utérine. *Société d'obstétrique et de gynécologie de Saint-Pétersbourg*, 23 novembre 1895.

KÖLLIKER. *Das anatom. und physiol. Verhalten der cavernosen Korper*. Verh. d. Wurzb. Ges., II, 1851, 121.

KONIGSTEIN (H.). Ueber das Schiksal der nichtejakulierten spermatozoen. *Archiv für die gesammte Physiologie*, CXIV, 1906, 199-215.

— 2. Die Veranderungen der Genitalscheimhaut während der Graviditat und Brunst bei einigen Nagern. *Id.*, CXIX, 1907, 553-570.

KOPEC. *Bull. Acad. Cracovie*, novembre 1908, cité d'après Caullery et Mesnil (Revue annuelle de Zoologie), in *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 1909, 853.

KOSSEL. *Du Bois Arch. für Phys.*, 1893, 157.

KUCKUCK (M.). Sur le déterminisme du sexe. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 1905, 415.

KUFFERATH (Ed.). *La menstruation, la conception*, Paris, Maloine, 1909, 113.

KUHLEMANN. *Observationes quœdam circa negotium generationis in ovibus factœ*, Lipsiœ, 1754, ed. II.

KULIABKO. *Ueber den Bau der Bartholini'schen Drüsen*, Thèse de Saint-Pétersbourg, 1889.

KURDINOWSKI (E. M.) 1. *Rousski Vratch*, 1902, 1933.

— 2. *Thèse de Saint-Pétersbourg*, 1903.

— 3. *Archives internationales de Physiologie*, I, 1904, 359-363.

KURDINOWSKI. 4. Physiologische und pharmakologische Versuche an der isolierten Gebarmutter. *Centralblatt für Physiologie*, XVIII, 1904, 3-7.

— 5. Vratchebnaïa Gazeta, 1904, 783.

LAFFONT. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 1879, 289.

LAMBERT (M.). 1. Influence de la castration ovarique sur la nutrition. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LV, 1903, 261.

— 2. Sur l'action des extraits du corps jaune de l'ovaire. *Id.*, LXII, 1907, 18-20.

LANDOIS. *Zeit. für Wiss. Zool.*, XVII, 1867, 375.

LANDWEHR. *Archiv für die ges. Physiol.*, XL, 21.

LANGERHANS et SAVELIEW. *Archiv. für Anat. und Physiol.*, CXXXIV, 1893, heft 2, 344-355.

LANZ (O.). 1. *Samml. Klin. Vortr.*, n. F. Leipzig, 1894, n° 98, Chir., n° 27, 29-62.

— 2. *Weekbl. voor Geneesk.*, n° 20, 1904, cité d'après M. Kuckuck, in *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LVIII, 1905, 415.

LATASTE (F.). *Compes rendus de la Soc. de Biol.*, 1888, 817.

LAUNOIS (P.-E.). 1. *Annales des maladies des organes génito-urinaires*, XII, 1894, 721-760.

et ROY (P.). 2. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LV, 1903, 22.

LE BEC. *Archives gén. de Méd.*, juin et juillet 1892.

LEBEDEFF (A.). *Archiv für die ges. Physiol.*, XXXI, 11.

LEBRETON (J.-A.). *Thèse de Paris*, 1898-1899.

LE DANTEC (F.). 1. L'équivalence des deux sexes dans la fécondation. *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 1899, 857.

— 2. *La sexualité*. Coll. Scientia, C. Naud, éditeur.

LE FUR. 1 Des prostatiques chroniques. Les prostatiques jeunes, in *Traité de Médecine de Brouardel, Gilbert et Thoinot*, Baillière, Paris, 1909, 60 et 99.

et BESSON. 2. Des albuminuries d'origine génitale, *Bulletin et mémoires de la Société de médecine de Paris*, séance du 14 mai 1909.

LÉOPOLD. 1. Untersuch. über Menstruation und Ovulation. *Archiv für Gynæk.*, XXI, 1883, 347-408.

et MIRONOFF. 2. Beitrage zur Lehre von der. Menstruation und Ovulation. *Archiv für Gynækologie*, XLV, 1894, 506-539.

LERDA (G.). 1. *R. Academia di Medicina di Torino*, XI, 1905.
— 2. *Clinica chirurgica*, 1907, 24.
LESLIE (Mlle C. DE). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, CXXXIII, 1901, 544.
LEUCKART. *Wagners Handworterb. d. Phys.*, 1853.
LEVRAT. *Recueil de médecine vétérinaire*, 1834, 65.
LIMON (M.). 1. Etude histologique et histogénique de la glande interstitielle de l'ovaire, *Thèse de Nancy*, 1901.
— 2. Observations sur l'état de la glande interstitielle dans les ovaires transplantés. *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, 1904, 864-874.
LIVON (CH.). 1. Action des sécrétions internes sur la tension sanguine. *Comptes rendus des séances du IVe Congrès de médecine*, Montpellier, 1898.
— 2. Sécrétions internes. Glandes hypotensives. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 1898, 135.
LIVON (J.). *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LXVI, 1909, 549.
LOEB (J.). 1. *American Journ. of Physiol.*, III, 1899, 135.
— 2. On the artificial production of normal larvæ from the unfertilized eggs of the sea urchin. *Id.*, III, 1900, 435, 471.
— 3. Further experiments on artificial parthenogenesis and the nature of process of fertilization. *Id.*, IV, 1900, 178-184.
— 4. Experiments on artificial parthenogenesis in annelids and the nature of the process of fertilization. *Id.*, 1901, 423-459.
5. Ueber Befruchtung, Kunstliche Parthenogenese und Cytolyse des Seeigels. *Archiv für die ges. Physiol.*, CIII, 1904, 257-265.
— 6. Weitere Versuche über die Entwicklungserregung des Seeigethieren. *Id.*, CXXIV, 1908, 37-51.
LOEB (L.). *Centralbl. für Physiol.*, XXIII, 1909, 73-76.
LŒWY (A.) et RICHTER (P.-F.). 1. *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1899, 174-198.
et MULLER (FR.). 2. *Quarterly journal of experimental Physiology*, II, 1909, 1.
LOISEL (G.). 1. La prespermatogénèse chez le moineau. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 11e série, I, 1899, 961.

LOISEL (G.). 2. Etudes sur la spermatogénèse chez le moineau domestique. *Journal de l'Anat. et de la Physiol.*, 1902, 112-177.

— 3. Sur le lieu d'origine, la nature et le rôle de la sécrétion interne du testicule. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LIV, 1902, 1034.

— 4. Les poisons des glandes génitales. *Id.*, LV, 1903, 1329-1331.

— 5. *Id.*, LVI, 1904, 504-507 et LVII, 1904, 77-80.

— 6. Substances toxiques extraites des œufs de tortue et de poule. *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, CXXXIX, 1904, 325-327.

— 7. Les phénomènes de sécrétion dans les glandes génitales. *Journal de l'Anat. et de la Physiol.*, XL, 1904, 536-562.

— 8. Stérilité et alopécie chez les cobayes soumis antérieurement à l'influence des poisons ovariens de la grenouille. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LVIII, 1905, 463-465; *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, CXL, 1905, 738-741.

— 9. Considérations générales sur la toxicité des produits génitaux. *Id.*, CXLI, 1905, 910-912.

— 10. Toxicité du liquide séminal du cobaye, du chien et de la tortue. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LIX, 1905, 509-511.

— 11. Relations entre les phénomènes du rut, de la lactation, de la mue et de l'amour maternel chez une chienne hybride. *Id.*, LX, 1906, 255-258.

LONGET (A.). *Traité de physiologie*, III, 1873, 705, 572, 756

LORTET. *Arch. d'anthropologie criminelle*, Lyon, 1896, 361.

LOUKACHEWITCH (V.) *Vratsch*, XXII, 1901, 914-917.

LOVE (J.). *Transactions of the Ent. Soc. of London*, V, 1865, 547.

LUBAVIN. *Med. chem. Untersuch.*, Hoppe Seylers, Berlin, 1871.

LÜTHJE (X.). *Zeitschr. für Klin. med.*, Berlin, XLIV, 1902, 22-70.

MACCRUDEN (Fr.). *American Journ. of Physiol.*, XVII, 1906, 211-217.

MALPIGHI. *Op. omn. Epist. ad Jacob. Spon. Diss. de utero*, Londini, 1686; I, append., 30.

MARCHAL (P.). *Annales de la Société Entomologique de France*, LXVI, 1897, 1.

MARIE (P.). *Revue de médecine*, VI, 1886, 297, et in *Thèse de Souza-Leitz*, Paris, 1890.

MARRASSINI. *Sperimentale*, LX, 1906, 197-218.

MARRO (A.) *La puberté chez l'homme et chez la femme*, traduction de J. P. Medici, Paris, Schleicher frères, 1901, 536 p.

MARSHALL (F.-H.-A.). 1. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London, CXCVI, 1904, 47-97.

et W. A. JOLLY. 2. 1. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, XLV, 1907, 589-599.

— 3. 2. *Quarterly journal of experimental physiology*, I, 1908, 115.

MARSHALL HALL. *Abhandlungen über das Nervensystem*, trad. Kurschner, Marburg, 1840.

MARTEGOUTE. *Journal d'agriculture pratique et d'économie rurale pour le midi de la France*, publié par les sociétés d'Agriculture de la Haute-Garonne et de l'Ariège, Toulouse, 1858.

MARTIN (A.). *Résultats éloignés de l'ablation des annexes pour laparotomie pour tubo-ovarites*, Thèse Paris, 1893.

MARTIN. *Durée de la vitalité des tissus et conditions d'adhérence des transplantations cutanées*, Thèse Paris, 1893-1894.

MATHEWS (A.). 1. The so-called cross fertilisation of Asterias by Arbacia. *American Journ. of Physiol.*, VI, 1901, 1901, 216-218.

— 2. Artificial parthenogenesis produced by mechanical agitation. *Amer. Journ. of Physiol.*, VI, 1901, 142-154.

MAUPAS (E.). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, CXIII, 1891, 388-390.

MAURI (F.). *Revue vétérinaire*, Toulouse, 1894, 473, 534, 577, 648.

MEAD (A.-D.). *Lectures delivered at Woods Hole*, Boston, 1898.

MEISENHEIMER. *Zool. Anz.*, XXXII, 1907, et *Experimentelle Studien zur Soma und Geschlechtsdifferenzierung*, Iéna (Fischer), 1909.

MELTZER. *Das Schluckcentrum, seine Irradiationen und die allgemeine Bedeutung desselben*, Dissert., Berlin.

METCHNIKOFF (E.). 1. L'état actuel de la question de l'atrophie sénile. *Archives russes de Pathologie*, 1899.

— 2. Cité par Matchinsky, *Annales de l'Institut Pasteur*, 1900, 118.

MIRONOFF (M.). *Archives des Sciences biologiques de Saint-Pétersbourg*, III, 1895, 353-380.

MISLAWSKY (N.). 1. *Arch. intern. de Physiol.*, III, 1905-1906, 152-155.

et BORMAN. 2. *Centralbl. für Physiol.*, XII, 1898, 181.

MORACZEWSKI (W.-D.). *Zeitsch. für Klin. Med.*, Berlin, XLIII, 1901, 336-360.

MOREL. *Traité d'histologie*, Strasbourg, 1864, cité d'après M. Duval, *Annales de gynécologie et d'obstétrique*, XLVI, 1895, 113-157.

MORGAN (T.-H.). 1. *Archiv für Entwickelungsmechanik*, III, 1896, 339.

2. *Biological Bulletin*, X, 1906.

MORGEN 1. BEGER et FINGERLING. 1. *Landw. Versuchtsstat.*, vol. 61, 1 et vol. 63, 251.

2. 2. et WESTHAUSER. *Landw. Wersuchtsstat.*, vol. LXV, 473.

MOORE (B.), et PARKER (W.). *American journ. of Physiol.*, IV, 1900, 239-242.

MORRIS (R.-T.). 1. The ovarian graft. *New-York medical Journal*, II, 1895, 436.

— 2. A case of heteroplastic ovarian grafting followed by pregnancy and the delivery of a living child. *Medical Record*, 5 mai 1906, 15 pages.

MORTON (Lord). *Philosophical Transactions*, I, 1821, 20.

MOSSÉ (P.). *Thèse Toulouse*, 1898-1899, 133 p.

MOUSSU (M.). *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LV, 1903, 772-774.

MÜLLER (J.). *Manuel de Physiologie*, Paris, II, 1845, 629.

MÜLLER (R.). *Archiv für die ges. Physiol.*, CXXIII 1908, 455-483.

MULON (P.). *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LXIV, 1908, 265-267.

MUNTZ. *Annales de chimie et de Physique*, 6e série, X, 566.

MURET. *Munchen medic. Wochenschrift*, 1896, n° 7, 317.

NÉGRIER. *Recherches anatomiques et physiologiques sur les ovaires dans l'espèce humaine*, Paris, 1840, 62.

NEUMANN. *Archiv für Gynæcologie*, Berlin, 1894.

NICLOUX (M.). *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, II, 1899, 980-982.

NIKOLSKY. *Archiv für die ges. Physiol.*, 1879, 209, 221.

NISKOUBINA (N.). *Comptes rendus de la Société de Biologie*, LXV, 1908, 767.

NISSEN. *Arch. für mikrosk. Anat.*, 1886, 337.

NUSSBAUM (M.). 1. Zur Differenzierung des geschlechts in Thierreich (von der Bedeutung der Hodenzwischensubstanz). *Arch. für mikr. Anat.* XVIII, 1880, 85.

— 2. *Sitzungsber. Niederrh. Gesellsch.* 1904, 1906.

— 3. *Ergebn. Anat. und Entwick.Gesch*, XV, 1906.

— 4. Innere Sekretion und Nerveneinfluss. *Anat. Anz.*, Iéna, XXIX, 1906, 431.

— 5. Hoden und Brunstorgane der brauen Landfroscher. *Archiv für die ges. Physiologie*, CXXVI, 1909, 519-577.

OCEANU (P.) et BABES (A.). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, CXL, 1905, 172-174.

OLIVER et SCHÄFER. *Journ. of physiol.*, XVIII, 1895, 277.

OTT (I.) et SCOTT (J.-C.). *Journ. of experim. Medecine*, XI, 1909, 326-330.

OTT (V.). *Archiv für Gynæk.*, XXVII, 1886, 129.

PACHON (V.). Voir H. Busquet.

PARENT-DUCHATELET. *De la prostitution dans la ville de Paris*, Paris, I, 1836, 248.

PARHON (C.) et GOLSTEIN (M.) Sur l'existence d'un antagonisme entre le fonctionnement de l'ovaire et celui du corps thyroïde: *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LV, 1903, 281.

— 1. 2. *Les sécrétions internes* (Pathologie et Physiologie), Maloine, 1909, 284-286, 654, 665.

3. et ANTONIU. In Parhon et Golstein, *Les sécrétions internes*, 265, 309.

4. et PAPINIAN. In Parhon et Golstein, *Les sécrétions internes*, 265, 309.

5. et URECHIE. *Congrès de Genève-Lausanne*, août 1907. — *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 1908, 622.

PATON (N.) 1. The relationship of the thymus to the sexual organs : the influence of removal of the thymus on the growth of the sexual organs. *Journal of Physiology*, XXXII, 1904.

— 2. et GOODALL (A.). Contribution to the physiology of the thymus. *Journal of Physiology*, XXXI, 1904.

PATTA (A.) 1. *Arch. ital. de Biol.*, XLVIII, 1907, 206 et 207.

— 2. *Archivio di Farmacologia sperimentale e Scienze affini*, VI, 1907, 80-119.

PERCY. *American medical Times*, 1861, cité d'après Kufferath, *La menstruation, la conception*, Maloine, Paris, 1909, 281.

PEREZ. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, LXXXVII, 408-410.

PETER. *Leçons de clinique médicale*, II, 1879, 692.

PETRUNKEWITSCH. *Zoologische Jahrbucher*, XIV, 1901, 603.

PFEIFFER, SCHNEIDER et HEPNER. *Mitteil. d. Landw., Inst. d. Konig. Univ.*, Breslau, III, 747.

PFISTER. *Beitr. zur. Geburtshilfe u. Gynæk.*, fasc. 3 et 4.

PFLÜGER. 1. Ueber die Eierstöcke der Saugethiere und des Menschen, Leipzig, 1863.

— 2. Ueber die das Geschlecht bestimmende Ursachen und die geschlechtsverhaltnisse der Frösche. *Archiv f. die g. Physiol.*, XXIX, 1882, 13.

PHISALIX (C.). *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, IV, 1903, 1645-1646.

PINESSE (A.-J.). Résultats éloignés de l'ablation bilatérale des annexes par laparotomie, *Thèse de Paris*, 1893-1894.

PINNER. Ueber den Uebertritt des Eies aus dem Ovarium in die Tube beim Saugethier. *Archiv für Physiologie*, Leipzig, 1880, 241-255.

PINZANI (E.). Recherches expérimentales sur quelques modifications apportées par la castration ovarique sur l'échange matériel et dans la constitution du sang. *Arch. ital. de Biol.*, XXXI, 1899, 25-31.

PIRSCHE. Influence de la castration sur le développement du squelette, *Thèse de Lyon*, 17 décembre 1902-1903.

PITTARD (E.). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, CXXXIX, 1904, 571-573.

PLINE. *Histoire naturelle*, livre X, 396, trad. Guéroult.

POLAILLON. *Arch. de physiol. norm. et path.*, 1880, 1-40.

POLICARD (A.). *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LII, 1900, 146-847.

POLIMANTI (O.). 1. Contribution à la physiologie de l'érection et de l'éjaculation. Sur les mouvements des canaux déférents et des vésicules séminales chez le lapin. *Arch. internat. de Physiol.*, V, 1907, 331-344.

— 2. Sur le mécanisme de l'élimination du sperme à l'embouchure des canaux éjaculateurs de l'urèthre du chien et du lapin. *Id.*, VI, 1908, 97-103.

Polimanti (O.). 3. Influence de la section de la moelle épinière sur l'érection et l'éjaculation chez le chien. *Id.*, VI, 1908, 104-108.

Poncet. *Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences* (session du Havre) 1877. *Thèse de Pirsche*, 1902-1903, pp. 1 et 35.

Ponsoye. *Contribution à l'étude des rapports réciproques de la lactation et de la menstruation*, Thèse, Lyon, 1906.

Porcher (Ch.). 1. Sur l'origine du lactose. Recherches expérimentales sur l'ablation des mamelles. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, CXXXVIII, 1904, 833.

— 2. Sur l'origine du lactose. Recherches urologiques chez la femme enceinte (en commun avec M. Commandeur), *Id.*, 862.

— 3. Sur l'origine du lactose. Recherches urologiques dans l'affection dénommée « fièvre vitellaire » chez la vache. *Id.*, 924.

— 4. Dosage du sucre du sang au moment de l'accouchement chez la chèvre sans mamelles. *Id.*, CXL, 1279.

— 5. L'origine du lactose. *Arch. internat. de physiol.*, VIII, 1909, 356-391.

Pott (P.). *Œuvres chirurgicales*, Paris, I, 1777, 492.

Pouchet. 1. *Théorie positive de l'ovulation spontanée et de la fécondation*, Paris, 1847, 48, 151, 236, 240 et 249.

— 2. *Hétérogonie ou traité de la génération spontanée*, Paris, 1859, 659.

Poullet. *Bulletin de la Société de Chirurgie*, IV, 1878, 476 et V, 1879, 8.

Poussep (L.-M.). 1. *Centres de l'érection*, Thèse de Saint-Pétersbourg, 1902.

— 2. Innervation de la prostate. *Société de médecine russe de Saint-Pétersbourg*, séances des 7, 20, 27 novembre 1902, in *Rousski Vratch*, 2155, 2212.

Pregl (Fr.). *Archiv für die g. Physiol.*, LXII, 1896, 379-399.

Prenant (A.) 1. *Eléments d'embryologie*, I, 1891, 402.

— 2. Sur la signification de la cellule accessoire du testicule, etc. *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1892, 292-321 et 529-562.

PRENANT (A.). 3. De la valeur morphologique du corps jaune. Son action physiologique et thérapeutique possible. *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 30 août 1898.

— BOUIN (P.) et MAILLARD (L.). 4. *Traité d'histologie*, I, 1904, Schleicher, Paris.

PRÉVOST et DUMAS. *Annales des Sciences naturelles*, 1re série, II, 1824, 124, 129.

RACIBORSKI. *De la puberté et de l'âge critique chez la femme et de la ponte périodique chez les mammifères*, Paris, 1844, 421 et 425.

RAMM. Hypertrophia prostatœ behandelt mit Kastration. *Centralblatt für Chirurgie*, 1893, 159.

REGAUD (Cl.) 1. Indépendances relatives de la fonction sécrétoire et de la fonction spermatogène de l'épithélium séminal. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LIII, 1901, 272.

— 2. et BLANC (J.). 1. Action des rayons X sur les diverses générations de la lignée spermatique. Extrême sensibilité des spermatogonies à ces rayons. *Id.*, LXI, 1906, 163-165.

— 3. 2. Action des rayons de Röntgen sur les éléments de l'épithélium séminal. *Id.*, LXL, 1906, 652-654,

4. et DUBREUIL (B.). 1. Recherches sur les cellules interstitielles de l'ovaire chez le lapin. *Bibliothèque anatomique*. XV, fasc. 4, 1906.

— 5. 2. Glande interstitielle de l'ovaire et rut chez le lapin. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LXVI, 1908, 217-219.

— 6 3. Gravidité et glande interstitielle de l'ovaire. *Id.*, LXIV, 1908, 396, 397.

— 7. 4. A propos des corps jaunes de la lapine; ils n'ont avec le rut aucune relation. *Id.*, LXIV, 1908, 442, 444.

— 8. 5. L'ovulation chez la lapine n'est pas spontanée. *Id.*, LXIV, 1908, 552, 554.

9. 6. Observations nouvelles relatives à l'indépendance des corps jaunes et du rut chez la lapine. *Id.*, LXIV, 1908, 602

— 10. 7. Perturbations dans le développement des œufs fécondés par les spermatozoïdes rœntgénisés chez le lapin. *Id.*; LXIV, 1908, 1014.

Regaud et Dubreuil. 11. 8. Sur les relations fonctionnelles des corps jaunes avec l'utérus non gravide. I, État de la question et méthode des recherches. *Id.*, LXVI, 1909, 257. — II, Statistique des variations de volume de l'utérus par rapport à l'état des ovaires (présence ou absence des corps jaunes). *Id.*, 299. — III. Etats successifs de l'utérus chez le même sujet aux diverses phases de la période prégravidique. *Id.*, 413.

Regen (J.). *Zool. Anz.*, XXXIV, 1909, 477-478.

Rein (G.). *Archiv für die g. Physiol.*, XXIII, 1880, 68.

Rémy. *Journal de l'Anat. et de la Physiol.*, 1886, 205-210.

Répin. *Origine parthénogénétique des kystes dermoïdes de l'ovaire*, Thèse de Paris, 1891.

Retterer. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 1892, 637-642.

Ribbert. *Arch. f. Entwicklungs-mechanik*, VI, 1898, 131 et VII, 1898, 688.

Richon (L.), 1. Influence de la thyroïdectomie sur la lactation chez la lapine.

et Jeandelize (P.). Effet de la thyroïdectomie sur la lapine adulte. *Revue Biologique de Nancy*, in *Comptes rendus de la Société de Biologie*, LVI, 1904, 19-21.

— 2. 2. Effets de l'ovariotomie sur la croissance chez la lapine. *Id.*; 1907, 756.

— 3. 3. Thyroïdectomie et lactation, *Id.*, LXII, 1907, 417-419.

Riley. 1. *American Naturalist*, VII, N° 9, 513.

— 2. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, CIII, 1873, séance du 22 mai.

Robert. *Journal de l'expérience*, 1843.

Roche. *Influence de la menstruation de la nourrice sur l'enfant qu'elle allaite*, Thèse Paris, 1901.

Rohrig. *Virchow's Archiv*, LXVII, 1876, 119.

Rosenfeld. *Verhandl des Kongr. f. innire Mediz.*, 1897, 427.

Rostafinski (J.). O podzielnosci jaja (dividua ovi natura) i zaptodnieniu u morszezynow. *Osobne odbicie z. Rospraw Akademii Umiejet.*, 1877.

Rouget (Ch.) 1. *Thèse inaugurale*, Paris, 1855.

— Évolution comparée des glandes génitales mâle et femelle chez les embryons des mammifères. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, LXXXVIII, 1879.

ROUGET (Ch.). 3. Article *Ovaire* du *Dictionnaire de Dechambre et Lereboullet.*

RUNGE. *Archiv für Gynæk.*, XIII, 1878.

SAINMONT (G.). *Archives de Biologie*, XXII, 1906, 1907, 71-162.

SAINT-CYR et VIOLET. (Th.). *Traité d'obstétrique vétérinaire*, 1888.

SANSON (A.). *Traité de Zootechnie*, Paris, II, 1893, 15, 16 et 17.

et BASTIAN (F.). 2. Expériences sur la transposition des œufs d'abeilles au point de vue des conditions déterminant des sexes. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, LXVII, 1868, 51.

SANTORINI. *De structura et motu fibrœ, de nutritione animali, de hœmorrhoidibus et catameniis*, Venise, 1740, lib. IV.

SCHATZ. *Archiv für Gynæk.*, III, 1872, 58.

SCHLUTZ (Fr.-N.) et FALK (O.). *Zeitsch. für physiol. Chemie*, XXVII, 1899, 250-254.

SCHMIDT-MULHEIM. *Archiv für die g. Physiol.*, XXX, 1883, 602.

SCHMIEDEBERG. *Grundiss der Pharmacologie*, 1906, 145.

SÉGALAS. *Archives générales de Médecine*, VI, 1824.

SERRALLACH (N.) et PARÈS. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LXIII, 1907, 790-792.

SFAMENI. *Arch. ital. de Biol.*, XXXII, 1899, 218-224.

SIEBOLD (E. VON). *Ein Beitrag zur Fortpflanzungsgeshichte der Thiere*, Leipzig, in-8, 1856, 144.

SIEDLECKI (M.). *Annales de l'Institut Pasteur*, 1899, 179-180.

SIMPSON. *Gazette médicale de Paris*, 1859, 240.

SIMPSON (S.). et MARSHALL (A.). *Quarterly Journal of experimental Physiology*, I, 1908, 257.

SIMS. *Klinik d. Gebarmutter Chirurgie*, 1870, cité d'après Kufferath; *La menstruation, la conception*, Maloine, Paris, 1909, 281.

SINÉTY (DE). 1 *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1879, 301, et *Id.*, 1881.

— 2. De l'innervation de la mamelle. *Gazette médicale de Paris*, 1879, 46.

— 3. De l'existence des cellules épithéliales à cils vibratiles à la surface de l'ovaire normal de la femme. *Gaz. méd. de Paris*, 1882.

— 4. *Thèse doctorat ès sciences*, Paris, 1902.

SMITH (G.). *Arch. für Entwicklungsmechanik*, XXVII, 1908.

SOKOLOFF. *Arch. für Gynæk.*, LI, 1896, 286.

SOLI (Ugo). 1. Comportamento dei testicoli negli animali stimizzati. *Il policlinico*, XIII, 1906, 529-534.

— 2. Comment se comportent les testicules chez les animaux privés de thymus. *Arch. ital. de Biol.*, XLVII, 190, 115-122.

— 3. Modification du développement des os chez les animaux privés de thymus. *Id.*, LII, 1909, 217-224.

SOMMER et FLŒRCKEN. *Sitz. Phys. Med. Gesellsch. in Wurzburg*, II, 1908, 27.

SPALLANZANI (L.). 1. *Prodromo di un opera, etc.*, 13.

— 2. *Experiences pour servir à l'histoire de la génération des animaux et des plantes*, trad. par Jean Senebier, 1 vol. petit in-8 , Genève, 1786, et Pavie et Paris, 1787, 133, 170, 180.

SPENCER (H.). The inadequacy of « natural selection », *Contemporary Review*, fév., mars et mai 1893.

SPILLMANN et ETIENNE. IIIe *Congrès de Médecine interne de Nancy*, 1896.

SPINA (A.). *Wiener med. Blatter*, 1897, n°s 10, 11, 12, 13.

STEINACH (E.). *Archiv für die g. Physiol.*, LVI, 1894, 304-338.

STEVENS (N.-M.). *Arch. für Entwickl. Mech.*, XV, 1902.

STOHMANN. *Zeitschrift für Biologie*, 1870, 204.

— *Würtemb. Wochenbl.*, 1872, 82.

STRICHT (O. VAN DER). 1. *Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique*, Bruxelles, 1901.

— 2. *Comptes rendus de l'Association anatomique*, 3e s., Lyon, 1901, 33-41.

SVEHLA (K.). 1. *Wiener medizinischen Blatter*, 1896, n° 46 *bis*, 45 p.

— 2. *Archiv für experim. Path. und Pharmak.*, XLIII, 1900, 321.

TAKAHASHI (D.) et INOKO (V.). *Archiv für die experim. Path. und Pharmak.*, XXVI, 1889, 401-418.

TARULLI et MONACO. *Boll. de la R. Acad. med. di Roma*, XXIII, 1897-1898, 311-401.

TERRIER. *Bulletin de la Société de chirurgie*, 1885, 774-787.

THAON (P.). *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LXIII, 1907, 111-112.

THIEMISCH (M.). *Centralbl. für Physiol.*, XII, 1898, 850-852.

THIERFELDER (H.). *Archiv für die g. Physiol.*, XXXII, 819.

THUMIM. 1. *Berliner Klinische Wochenschrift*, 1909, 63.

THUMIM. 2. *Revue mensuelle de médecine interne et de thérapeutique*, 1909, 354.

THURY. Cité d'après A. Sanson, *Traité de Zootechnie*, Paris II, 1893, 11.

TICHOMIROFF. Cité par J. Loeb, *Dynamics of living matter*, London, Macmillan, 1906, 166.

TOURNADE. *Thèse de Lyon*, 1903-1904.

TOURNEUX (F.). 1. Des cellules interstitielles du testicule, *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, XV, 1879, 305-328.

— 2. *Précis d'embryologie humaine*, Paris, O. Doin, 1898, 39.

TREAT (M.). 1. De la production des sexes dans les Lépidoptères, *Petites nouvelles entomologiques*, V, n° 80, 319.

— 2. Controlling sex in Butterflies, *American naturalist*, VII, 1873, 129-132.

TROUSSEAU. *Cliniques médicales de l'Hôtel-Dieu*, Paris, III, 1885, 636.

VALENTIN (G.). *Mueller's Archiv*, 1838, 182.

VALTORTA (Fr). *Annali di Ostetricia e Ginecologia*, 1909, 63, 119.

VARIGNY (H. de). Art. *Copulation*, in *Dictionnaire de Physiologie* de Ch. Richet, IV, 1900, 439.

VARIOT, et BEZANÇON. 1. Indépendance de la spermatogénèse et de la sécrétion testiculaire proprement dite. *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris*, série 4, III, 1892, 282.

— 2. 1. Influence de la sécrétion testiculaire sur le développement organique. Indépendance de cette fonction et de la spermatogénèse dans certains cas. *Gazette médicale de Paris*, série 8, I, 1892, 20.

VAUQUELIN. *Annales du Muséum*, X, 169.

VEIT (C.). Ueber Menstruation und Ovulation. *Verhand. d. Ges. f. Gyn.*, Bonn, 1891, 3.

VELPEAU. *Traité complet de l'art des accouchements*, I, 224.

VERDUC. *De l'usage des parties*, Paris, I, 1696, 272.

VILLEMIN (F.). *Le corps jaune considéré comme glande à sécrétion interne de l'ovaire*, Paris, O. Doin, 1908, 161 pages.

VILLERMÉ. Cité par Liégeois, *Traité de physiologie appliquée à la médecine*, Paris, Masson, 1869, 293.

Vincent (Swale) 1. *Journ. of Physiol.*, XXV, 1900, 283.
— et Osborne.
— et Sheen. 2. *Journ. of Physiol.*, XXIX, 1903, 242.
— et Cramer 3. *Journ. of Physiol.*, XXX, 1903, 143.
Voit (C.). *Zeitsch. für Biol.*, 1879, 79.
Volcherus Coiter. *Anat. exercit. observationesque variœ*, Norumbergœ, 1573, 124.
Walker (G.). *Bulletin of the Johns Hopkins Hospital* (Baltimore), XI, 1900, 322. — *Id.*, XII, 1901, 77-80.
Weekers (L.). *Arch. intern. de physiol.*, III, 1906, 191-202.
Wertheimer (E.). 1. Article *Fœtus*, in *Dictionnaire de Physiologie* de Ch. Richet, VI, 1904, 571.
— et Delezenne (C.). 2. 1. De l'obstacle apporté par le placenta au passage des substances anticoagulantes. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, XLVII, 1895, 191.
— et Meyer (E.) 3. 1. Des échanges entre la mère et le fœtus d'après deux cas d'intoxication par l'aniline et la toluidine. *Archives de physiologie normale et pathologique*, 1890, 193-196.
— 4. 2. Nouveaux faits relatifs aux échanges entre la mère et le fœtus. *Id.*, 1891, 204-206.
White (W.). *The British medical journal*, 1893, 575.
Whitman (C.-O.). *J. Morphol.*, Boston, IV, 1890, 361-406.
Wilkens (M.). *Landwirtschaftl. Jahrbuch*, XV, 1886, 607.
Joteyko (J.). *La fonction musculaire*, Doin, Paris, 1909, 169.
Yung (E.). 1. *Archives de Zoologie expérimentale*, I, 1883, 31.
— 2. *Archives des sciences physiques et naturelles de Genève*, XIV, 1885, 502.
Zoth (O.). 1. Zwei ergographische Versuchsreihen über die Wirkung orchitischen Extraktes. *Archiv für die g. Physiol.*, LXII, 1896, 335-378.
— 2. Neu Versuche (Hantelversuche), über die Wirkung orchitischen Extraktes. *Id.*, LXIX, 386-598.
Zuntz (L.). 1. Untersuchungen über den Einfluss der Ovarien auf den Stoffwechsel. *Archiv für Gynæk.*, Berlin, LXXVIII, 1906, 106-136
— 2. Ueber die Quelle und Bedeutung des Fruchtwassers. *Archiv für die g. Physiol.*, XVI, 1878, 548.
Zweifel. *Archiv fur. Gynæk.*, IX, 1876, 291 et XII, 1877, 235.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

TABLE SYSTÉMATIQUE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

DEUXIÈME PARTIE

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

Publiée sous la direction du Dr TOULOUSE

Nous avons entrepris la publication, sous la direction générale de son fondateur, le Dr Toulouse, Directeur à l'École des Hautes Études, d'une ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE de langue française dont on mesurera l'importance à ce fait qu'elle est divisée en quarante Sections ou Bibliothèques et qu'elle comprendra environ 1.000 volumes. Elle se propose de rivaliser avec les plus grandes encyclopédies étrangères et même de les dépasser, tout à la fois par le caractère nettement scientifique et la clarté de ses exposés, par l'ordre logique de ses divisions et par son unité, enfin par ses vastes dimensions et sa forme pratique.

I

PLAN GÉNÉRAL DE L'ENCYCLOPÉDIE

Mode de publication. — L'*Encyclopédie* se composera de monographies scientifiques, classées méthodiquement et formant dans leur enchaînement un exposé de toute la science. Organisée sur un plan systématique, cette Encyclopédie, tout en évitant les inconvénients des Traités, — massifs, d'un prix global élevé, difficiles à consulter, — et les inconvénients des Dictionnaires, — où les articles scindés irrationnellement, simples chapitres alphabétiques, sont toujours nécessairement incomplets, — réunira les avantages des uns et des autres.

Du Traité, l'*Encyclopédie* gardera la supériorité que possède un

ensemble complet, bien divisé et fournissant sur chaque science tous les enseignements et tous les renseignements qu'on en réclame. Du Dictionnaire, l'*Encyclopédie* gardera les facilités de recherches par le moyen d'une table générale, l'*Index de l'Encyclopédie*, qui paraîtra dès la publication d'un certain nombre de volumes et sera réimprimé périodiquement. L'*Index* renverra le lecteur aux différents volumes et aux pages où se trouvent traités les divers points d'une question.

Les éditions successives de chaque volume permettront de suivre toujours de près les progrès de la Science. Et c'est par là que s'affirme la supériorité de ce mode de publication sur tout autre. Alors que, sous sa masse compacte, un traité, un dictionnaire ne peut être réédité et renouvelé que dans sa totalité et qu'à d'assez longs intervalles, inconvénients graves qu'atténuent mal des suppléments et des appendices, l'*Encyclopédie scientifique*, au contraire, pourra toujours rajeunir les parties qui ne seraient plus au courant des derniers travaux importants. Il est évident, par exemple, que si des livres d'algèbre ou d'acoustique physique peuvent garder leur valeur pendant de nombreuses années, les ouvrages exposant les sciences en formation comme la chimie physique, la psychologie ou les technologies industrielles, doivent nécessairement être remaniés à des intervalles plus courts.

Le lecteur appréciera la souplesse de publication de cette *Encyclopédie*, toujours vivante, qui s'élargira au fur et à mesure des besoins dans le large cadre tracé dès le début, mais qui constituera toujours, dans son ensemble, un traité complet de la Science, dans chacune de ses sections un traité complet d'une science, et dans chacun de ses livres une monographie complète. Il pourra ainsi n'acheter que telle ou telle Section de l'*Encyclopédie*, sûr de n'avoir pas des parties dépareillées d'un tout.

L'*Encyclopédie* demandera plusieurs années pour être achevée; car pour avoir des expositions bien faites, elle a pris ses collaborateurs plutôt parmi les savants que parmi les professionnels de la rédaction scientifique que l'on retrouve généralement dans les œuvres similaires. Or les savants écrivent peu et lentement : et il est préférable de laisser temporairement sans attribution certains ouvrages plutôt que de les confier à des auteurs insuffisants. Mais cette lenteur et ces vides ne présenteront pas d'inconvénients, puisque chaque livre est une œuvre indépendante et que tous les volumes publiés sont à tout moment réunis par l'*Index de l'Encyclopédie*. On peut

donc encore considérer l'Encyclopédie comme une librairie, où les livres soigneusement choisis, au lieu de représenter le hasard d'une production individuelle, obéiraient à un plan arrêté d'avance, de manière qu'il n'y ait ni lacune dans les parties ingrates, ni double emploi dans les parties très cultivées.

Caractère scientifique des ouvrages. — Actuellement, les livres de science se divisent en deux classes bien distinctes : les livres destinés aux savants spécialisés, le plus souvent incompréhensibles pour tous les autres, faute de rappeler au début des chapitres les connaissances nécessaires, et surtout faute de définir les nombreux termes techniques incessamment forgés, ces derniers rendant un mémoire d'une science particulière inintelligible à un savant qui en a abandonné l'étude durant quelques années; et ensuite les livres écrits pour le grand public, qui sont sans profit pour des savants et même pour des personnes d'une certaine culture intellectuelle.

L'*Encyclopédie scientifique* a l'ambition de s'adresser au public le plus large. Le savant spécialisé est assuré de rencontrer dans les volumes de sa partie une mise au point très exacte de l'état actuel des questions; car chaque Bibliothèque, par ses techniques et ses monographies, est d'abord faite avec le plus grand soin pour servir d'instrument d'études et de recherches à ceux qui cultivent la science particulière qu'elle présente, et sa devise pourrait être : *Par les savants, pour les savants.* Quelques-uns de ces livres seront même, par leur caractère didactique, destinés à servir aux études de l'enseignement secondaire ou supérieur. Mais, d'autre part, le lecteur non spécialisé est certain de trouver, toutes les fois que cela sera nécessaire, au seuil de la Section, — dans un ou plusieurs volumes de généralités, — et au seuil du volume, — dans un chapitre particulier, — des données qui formeront une véritable introduction le mettant à même de poursuivre avec profit sa lecture. Un vocabulaire technique, placé, quand il y aura lieu, à la fin du volume, lui permettra de connaître toujours le sens des mots spéciaux.

II

ORGANISATION SCIENTIFIQUE

Par son organisation scientifique, l'*Encyclopédie* paraît devoir offrir aux lecteurs les meilleures garanties de compétence. Elle est divisée en Sections ou Bibliothèques, à la tête desquelles sont placés des savants professionnnels spécialisés dans chaque ordre de sciences et en pleine force de production, qui, d'accord avec le Directeur général, établissent les divisions des matières, choisissent les collaborateurs et acceptent les manuscrits. Le même esprit se manifestera partout : éclectisme et respect de toutes les opinions logiques, subordination des théories aux données de l'expérience, soumission à une discipline rationnelle stricte ainsi qu'aux règles d'une exposition méthodique et claire. De la sorte, le lecteur, qui aura été intéressé par les ouvrages d'une Section dont il sera l'abonné régulier, sera amené à consulter avec confiance les livres des autres Sections dont il aura besoin, puisqu'il sera assuré de trouver partout la même pensée et les mêmes garanties. Actuellement, en effet, il est, hors de sa spécialité, sans moyen pratique de juger de la compétence réelle des auteurs.

Pour mieux apprécier les tendances variées du travail scientifique adapté à des fins spéciales, l'*Encyclopédie* a sollicité, pour la direction de chaque Bibliothèque, le concours d'un savant placé dans le centre même des études du ressort. Elle a pu ainsi réunir des représentants des principaux Corps savants, d'Établissements d'enseignement et de recherches de langue française :

Institut.
Académie de Médecine.
Collège de France.
Muséum d'Histoire naturelle.
Ecole des Hautes Etudes.
Sorbonne et Ecole normale.
Facultés des Sciences.
Faculté des Lettres.
Facultés de Médecine.
Institut Pasteur.
Ecole des Ponts et Chaussées.
Ecole des Mines.
Ecole Polytechnique.
Conservatoire des Arts et Métiers.
Ecole d'Anthropologie.
Institut National agronomique.
Ecole vétérinaire d'Alfort.
Ecole supérieure d'Electricité.
Ecole de Chimie industrielle de Lyon.
Ecole des Beaux-Arts.
Ecole des Sciences politiques.
Observatoire de Paris.
Hôpitaux de Paris.

III

BUT DE L'ENCYCLOPÉDIE

Au XVIII[e] siècle, « l'Encyclopédie » a marqué un magnifique mouvement de la pensée vers la critique rationnelle. A cette époque, une telle manifestation devait avoir un caractère philosophique. Aujourd'hui, l'heure est venue de renouveler ce grand effort de critique, mais dans une direction strictement scientifique ; c'est là le but de la nouvelle *Encyclopédie*.

Ainsi la science pourra lutter avec la littérature pour la direction des esprits cultivés, qui, au sortir des écoles, ne demandent guère de conseils qu'aux œuvres d'imagination et à des encyclopédies où la science a une place restreinte, tout à fait hors de proportion avec son importance. Le moment est favorable à cette tentative ; car les nouvelles générations sont plus instruites dans l'ordre scientifique que les précédentes. D'autre part, la science est devenue, par sa complexité et par les corrélations de ses parties, une matière qu'il n'est plus possible d'exposer sans la collaboration de tous les spécialistes, unis là comme le sont les producteurs dans tous les départements de l'activité économique contemporaine.

A un autre point de vue, l'*Encyclopédie*, embrassant toutes les manifestations scientifiques, servira comme tout inventaire à mettre au jour les lacunes, les champs encore en friche ou abandonnés, — ce qui expliquera la lenteur avec laquelle certaines Sections se développeront, — et suscitera peut-être les travaux nécessaires. Si ce résultat est atteint, elle sera fière d'y avoir contribué.

Elle apporte en outre une classification des sciences et, par ses divisions, une tentative de mesure, une limitation de chaque domaine. Dans son ensemble, elle cherchera à refléter exactement le prodigieux effort scientifique du commencement de ce siècle et un moment de sa pensée, en sorte que dans l'avenir elle reste le document principal où l'on puisse retrouver et consulter le témoignage de cette époque intellectuelle.

On peut voir aisément que l'*Encyclopédie* ainsi conçue, ainsi réalisée, aura sa place dans toutes les bibliothèques publiques, universitaires et scolaires, dans les laboratoires, entre les mains des savants,

des industriels et de tous les hommes instruits qui veulent se tenir au courant des progrès, dans la partie qu'ils cultivent eux-mêmes ou dans tout le domaine scientifique. Elle fera jurisprudence, ce qui lui dicte le devoir d'impartialité qu'elle aura à remplir.

Il n'est plus possible de vivre dans la société moderne en ignorant les diverses formes de cette activité intellectuelle qui révolutionne les conditions de la vie; et l'interdépendance de la science ne permet plus aux savants de rester cantonnés, spécialisés dans un étroit domaine. Il leur faut, — et cela leur est souvent difficile, — se mettre au courant des recherches voisines. A tous, l'*Encyclopédie* offre un instrument unique dont la portée scientifique et sociale ne peut échapper à personne.

IV

CLASSIFICATION DES MATIÈRES SCIENTIFIQUES

La division de l'*Encyclopédie* en Bibliothèques a rendu nécessaire l'adoption d'une classification des sciences, où se manifeste nécessairement un certain arbitraire, étant donné que les sciences se distinguent beaucoup moins par les différences de leurs objets que par les divergences des aperçus et des habitudes de notre esprit. Il se produit en pratique des interpénétrations réciproques entre leurs domaines, en sorte que, si l'on donnait à chacun l'étendue à laquelle il peut se croire en droit de prétendre, il envahirait tous les territoires voisins; une limitation assez stricte est nécessitée par le fait même de la juxtaposition de plusieurs sciences.

Le plan choisi, sans viser à constituer une synthèse philosophique des sciences, qui ne pourrait être que subjective, a tendu pourtant à échapper dans la mesure du possible aux habitudes traditionnelles d'esprit, particulièrement à la routine didactique, et à s'inspirer de principes rationnels.

Il y a deux grandes divisions dans le plan général de l'*Encyclopédie :* d'un côté les sciences pures, et, de l'autre, toutes les technologies qui correspondent à ces sciences dans la sphère des applications. A part et au début, une Bibliothèque d'introduction générale est

consacrée à la philosophie des sciences (histoire des idées directrices, logique et méthodologie).

Les sciences pures et appliquées présentent en outre une division générale en sciences du monde inorganique et en sciences biologiques. Dans ces deux grandes catégories, l'ordre est celui de particularité croissante, qui marche parallèlement à une rigueur décroissante. Dans les sciences biologiques pures enfin, un groupe de sciences s'est trouvé mis à part, en tant qu'elles s'occupent moins de dégager des lois générales et abstraites que de fournir des monographies d'êtres concrets, depuis la paléontologie jusqu'à l'anthropologie et l'ethnographie.

Étant donnés les principes rationnels qui ont dirigé cette classification, il n'y a pas lieu de s'étonner de voir apparaître des groupements relativement nouveaux, une biologie générale, — une physiologie et une pathologie végétales, distinctes aussi bien de la botanique que de l'agriculture, — une chimie physique, etc.

En revanche, des groupements hétérogènes se disloquent pour que leurs parties puissent prendre place dans les disciplines auxquelles elles doivent revenir. La géographie, par exemple, retourne à la géologie, et il y a des géographies botanique, zoologique, anthropologique, économique, qui sont étudiées dans la botanique, la zoologie, l'anthropologie, les sciences économiques.

Les sciences médicales, immense juxtaposition de tendances très diverses, unies par une tradition utilitaire, se désagrègent en des sciences ou des techniques précises; la pathologie, science de lois, se distingue de la thérapeutique ou de l'hygiène qui ne sont que les applications des données générales fournies par les sciences pures, et à ce titre mises à leur place rationnelle.

Enfin, il a paru bon de renoncer à l'anthropocentrisme qui exigeait une physiologie humaine, une anatomie humaine, une embryologie humaine, une psychologie humaine. L'homme est intégré dans la série animale dont il est un aboutissant. Et ainsi, son organisation, ses fonctions, son développement s'éclairent de toute l'évolution antérieure et préparent l'étude des formes plus complexes des groupements organiques qui sont offertes par l'étude des sociétés.

On peut voir que, malgré la prédominance de la préoccupation pratique dans ce classement des Bibliothèques de l'*Encyclopédie scientifique*, le souci de situer rationnellement les sciences dans leurs rapports réciproques n'a pas été négligé. Enfin il est à peine besoin

d'ajouter que cet ordre n'implique nullement une hiérarchie, ni dans l'importance ni dans les difficultés des diverses sciences. Certaines, qui sont placées dans la technologie, sont d'une complexité extrême, et leurs recherches peuvent figurer parmi les plus ardues.

Prix de la publication. — Les volumes, illustrés pour la plupart, seront publiés dans le format in-18 jésus et cartonnés. De dimensions commodes, ils auront 400 pages environ, ce qui représente une matière suffisante pour une monographie ayant un objet défini et important, établie du reste selon l'économie du projet qui saura éviter l'émiettement des sujets d'exposition. Le prix étant fixé uniformément à 5 francs, c'est un réel progrès dans les conditions de publication des ouvrages scientifiques, qui, dans certaines spécialités, coûtent encore si cher.

TABLE DES BIBLIOTHÈQUES

DIRECTEUR : **Dr TOULOUSE**, Directeur de Laboratoire à l'École des Hautes Études.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : **H. PIÉRON**, agrégé de l'Université.

DIRECTEURS DES BIBLIOTHÈQUES :

1. *Philosophie des Sciences.* P. PAINLEVÉ, de l'Institut, professeur à la Sorbonne.

I. SCIENCES PURES

A. Sciences mathématiques :

2. *Mathématiques.* . . . . . J. DRACH, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse.
3. *Mécanique.* . . . . J. DRACH, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse.

B. Sciences inorganiques :

4. *Physique.* . . . . A. LEDUC, professeur adjoint de physique à la Sorbonne.
5. *Chimie physique.* . . . . J. PERRIN, professeur de chimie physique à la Sorbonne.
6. *Chimie.* . . . . A. PICTET, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Genève.
7. *Astronomie et physique céleste* . . . . J. MASCART, astronome adjoint à l'Observatoire de Paris.
8. *Météorologie* . . . . B. BRUNHES, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Clermont-Ferrand, directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme.
9. *Minéralogie et Pétrographie* . . . . A. LACROIX, de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.
10. *Géologie.* . . . . M. BOULE, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.
11. *Océanographie physique* J. RICHARD, directeur du Musée Océanographique de Monaco.

C. Sciences biologiques normatives :

12. *Biologie.*	A. *Biologie générale.*	M. CAULLERY, professeur de zoologie à la Sorbonne.
	B. *Océanographie biologique.*	J. RICHARD, directeur du Musée Océanographique de Monaco.
13. *Physique biologique. . . .*		A. IMBERT, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Montpellier.
14. *Chimie biologique. . . .*		G. BERTRAND, professeur de chimie biologique à la Sorbonne, chef de service à l'Institut Pasteur.
15. *Physiologie et Pathologie végétales . . . .*		L. MANGIN, de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.
16. *Physiologie . . . .*		J.-P. LANGLOIS, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.
17. *Psychologie . . . .*		E. TOULOUSE, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes Études, médecin en chef de l'asile de Villejuif.
18. *Sociologie . . . .*		G. RICHARD, professeur à la Faculté des Lettres de l'Université de Bordeaux.

---

19. *Microbiologie et Parasitologie . . . : . . . . .*		A. CALMETTE, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université, directeur de l'Institut Pasteur de Lille, et F. BEZANÇON, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de l'Université de Paris, médecin des Hôpitaux.
20. *Pathologie.*	A. *Pathologie médicale.*	M. KLIPPEL, médecin des Hôpitaux de Paris.
	B. *Neurologie.*	E. TOULOUSE, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes Études, médecin en chef de l'asile de Villejuif.
	C. *Path. chirurgicale.*	L. PICQUÉ, chirurgien des Hôpitaux de Paris.

D. Sciences biologiques descriptives :

21. *Paléontologie . . . . . .*		M. BOULE, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.
22. *Botanique*	A. *Généralités et phanérogames.*	H. LECOMTE, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.
	B. *Cryptogames.*	L. MANGIN, de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

23. *Zoologie*	G. LOISEL, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes Études.
24. *Anatomie et Embryologie*.	G. LOISEL, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes Études.
25. *Anthropologie et Ethnographie*	G. PAPILLAULT, directeur adjoint du Laboratoire d'Anthropologie à l'École des Hautes Études, professeur à l'École d'Anthropologie.
26. *Économie politique*. . .	D. BELLET, secrétaire perpétuel de la Société d'Économie politique, professeur à l'École des Sciences politiques.

II. SCIENCES APPLIQUÉES

A. Sciences mathématiques :

27. *Mathématiques appliquées*.	M. D'OCAGNE, professeur à l'École des Ponts et Chaussées, répétiteur à l'École Polytechnique.
28. *Mécanique appliquée et génie*.	M. D'OCAGNE, professeur à l'École des Ponts et Chaussées, répétiteur à l'École Polytechnique.

B. Sciences inorganiques :

29. *Industries physiques* . .	H. CHAUMAT, sous-directeur de l'École supérieure d'Électricité de Paris.
30. *Photographie*	A. SEYEWETZ, sous-directeur de l'École de Chimie industrielle de Lyon.
31. *Industries chimiques* . .	J. DERÔME, professeur agrégé de physique au Collège Chaptal, inspecteur des Établissements classés.
32. *Géologie et minéralogie appliquées*.	L. CAYEUX, professeur à l'Institut national agronomique, professeur de géologie à l'École des Mines.
33. *Construction*.	J. PILLET, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'École des Beaux-arts.

C. Sciences biologiques :

4. *Industries biologiques*. .	G. BERTRAND, professeur de chimie biologique à la Sorbonne, chef de service à l'Institut Pasteur.
35. *Botanique appliquée et agriculture*	H. LECOMTE, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

36. *Zoologie appliquée.* . .	J. PELLEGRIN, assistant au Muséum d'Histoire naturelle.
37. *Thérapeutique générale et pharmacologie.* . .	G. POUCHET, membre de l'Académie de Médecine, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Paris,
38. *Hygiène et médecine publiques.*	A. CALMETTE, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université, directeur de l'Institut Pasteur de Lille.
39. *Psychologie appliquée.* .	E. TOULOUSE, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes Études, médecin en chef de l'asile de Villejuif.
40. *Sociologie appliquée.* . .	TH. RUYSSEN, professeur à la Faculté des Lettres de l'Université de Bordeaux.

M. ALBERT MAIRE, bibliothécaire à la Sorbonne, est chargé de l'*Index* de l'Encyclopédie scientifique.

B. — 7599. — Libr.-Imprimeries réunies 7, rue Saint-Benoît, Paris.

